



XIV Master in Direzione e Gestione di Impresa
Edizione 2004/2005

Azienda ospitante: AgustaWestland

**Miglioramento del sistema di pianificazione e controllo
operativo dell'assemblaggio finale di elicotteri Agusta**

Alessandro Leo

Ringraziamenti

Desidero ringraziare l'ing. D'Angelo Maurizio per il costante aiuto, i preziosi consigli e per aver messo a mia disposizione la sua esperienza.

Se non sono affogato tra *NAB*, *MAB*, *ICS*, *ECS* ed altre sigle lo devo in modo particolare a Vanni, Carcassa e soprattutto Castelli; alla mia partenza tirerà un sospiro di sollievo.

Carmine e Donato, sono in debito di due cene ed un numero considerevole di caffè!!

A Fabio, meglio noto come "Cester" con cui è in atto ancora una diatriba sull'utilizzo ottimale della "bolla"; i gradi del rotore di coda contro lo squadro delle pareti; ai posteri l'ardua sentenza

Per la cordiale simpatia mostrata nei miei confronti un grazie va a Fabio ed Arrigo

A Paolo Stasi, per la squisita disponibilità.

Parlando di gentilezza il mio pensiero non può non rivolgersi ad Anna e Fabio Breganni. .

A Luciano Manconi e Fabio Dalla Dea per la preziosa collaborazione

A Giuseppe, Luca, Luigi, Alessandro per le serate passate insieme

Un ringraziamento particolare alla fondazione Stoà, nelle persone del dott. Esposito e dott.sa Ciarcia

Soprattutto grazie agli Amici del XIV MDGI; le nottate passate sui libri, troppe forse, hanno lasciato un segno indelebile

Indice

1.Introduzione	1
1.1 La storia	1
1.2 Siti produttivi	2
1.3 Introduzione al concetto di processo	3
1.4 Attività di montaggio degli elicotteri	5
2. Sviluppo e risultati	12
2.1. Definizione del problema	12
2.1.1. Mappa del processo	12
2.1.2. Controllo del processo	13
2.2 Approccio e metodologia	13
2.3 Risultati	13
2.4 Considerazioni	26
2.5 Strumenti di controllo del processo	39
2.5.1 Linea NH90	40
Appendice A	45

*“El mejor día es el en que el alma tiene hambre
y sed no olvides lo que ha aprendido, no dejes
de comprender”*

a Deniz

Executive Summary

Nell'ottica di soddisfare le esigenze del cliente, gli elicotteri Agusta presentano un alto grado di personalizzazione. Questa caratteristica, se da un lato rende l'azienda unica al mondo in termini di customer satisfaction, introduce all'interno del processo alcune complicazioni; un processo non ripetitivo è difficile da misurare e, quindi, migliorare. Queste complicazioni aumentano al crescere del numero di operazioni soprattutto in un settore, come quello aeronautico, ad elevatissimo contenuto tecnologico.

Misurare il processo d'assemblaggio finale di un elicottero presenta in modo particolare quattro difficoltà che possono essere schematizzate in:

- lunghezza, in termini temporali, del processo; alcune macchine hanno una durata confrontabile con quella dello stage
- elevato grado di personalizzazione; come detto, operazioni che non sono ripetitive sono difficili da misurare e, quindi, difficilmente migliorabili
- alto numero di operazioni; ovviamente al crescere di queste aumenta la difficoltà nel monitorare il processo
- relazioni tra le operazioni; alcune di esse, infatti, necessitano del completamento delle operazioni precedenti, altre possono essere svolte in parallelo e così via

Scopo di questo lavoro è stato quello di fornire una mappa in grado di misurare in termini temporali la durata delle operazioni su due linee d'assemblaggio, *A109* e *AB139*,

e di fornire uno strumento in grado di riassumere sinteticamente l'andamento del processo produttivo

Quest'ultimo è stato poi esteso alle linee *A119*, *A109 loh*, *EH101*, *A109 Grand*, *NH90* risultando uno strumento a disposizione del management nel valutare il corretto svolgimento delle operation e nel proporre eventuali azioni correttive.

Pagina lasciata intenzionalmente bianca

1.Introduzione

1.1 La storia

AgustaWestland è una delle industrie più tecnologicamente avanzate e competitive al mondo nella costruzione di elicotteri. Le sue attività nell'industria aeronautica possono essere ricondotte all'alba dell'aviazione. Era il 1907 quando Giovanni Agusta, fondatore della compagnia, decollò con un velivolo costruito con le sue mani. Dal 1923 la compagnia, con base a Cascina Costa, lavorò sul progetto e sulla produzione di velivoli ad ala fissa. In seguito nel 1952, dopo la firma di un accordo con la compagnia americana Bell, per la produzione su licenza dell'elicottero AB47, Agusta entrò nell'industria del volo verticale. La produzione di elicotteri continuò e negli anni '60, seguirono simili accordi con altre industrie aeronautiche americane.

Grazie a queste esperienze di produzione su licenza, la società iniziò una ricerca indipendente avendo una buona capacità di sviluppo. I progetti sviluppati alla fine degli anni '50, portarono in essere nove prototipi sperimentali, i quali furono tutti testati in volo con successo.

La notorietà come una delle migliori aziende nella costruzione di elicotteri arrivò di conseguenza agli inizi degli anni '70, quando l'elicottero A109 twin-turbine fece il suo primo volo.

Un altro passo significativo nello sviluppo tecnologico fu fatto nel 1983 con la costruzione del A129 Mangusta, il primo elicottero da combattimento progettato e costruito in Europa. La società in questo modo provò la sua abilità nel progettare,

sviluppare e mettere in produzione elicotteri tecnologicamente avanzati. Il successo di questi modelli preparò la strada per future partnerships internazionali.

Nel 1981, insieme alla British Westland Helicopters, iniziò il progetto del EH101; in seguito nel 1985 insieme alle industrie aeronautiche francesi, tedesche e olandesi si pianificò la costruzione del NH90.

Tra il 1995 e il 1998 c'è stato un ulteriore sviluppo di elicotteri già esistenti con la creazione dei modelli A129 International, A109 Power e il monorotore A119 Koala.

Nel 1998, Agusta ha firmato una joint-venture con Bell per l'avvio di una nuova collaborazione per lo sviluppo del AB139 e del BA609.

Questo è stato un passo storico perché dopo quasi 50 anni Agusta passa da produttore sotto licenza a detentore della licenza.

Dal 2000 la società è entrata a far parte del gruppo Finmeccanica che detiene il 50% delle azioni

1.2 Siti produttivi

Il successo dei prodotti AgustaWestland sul mercato mondiale, è il risultato di un alto livello di competitività basato su tre principali fattori: un insieme d'abilità e di capacità che permettono la gestione e il controllo dell'intero ciclo del sistema di produzione; una capacità industriale ottimizzata attraverso la specializzazione delle unità di prodotto nelle tecnologie strategiche dell'elicottero; un sistema di qualità che assicura la conformità del prodotto alle normative internazionali civili e/o militari e ai bisogni del cliente.

Centri specializzati producono le parti principali dell'elicottero, che vanno dalle trasmissioni, alle scatole-ingranaggi, alle teste-rotore, alle pale-rotore, fino a strutture di metallo e di composito e fusioni in lega leggera di alluminio e magnesio; tutto ciò partecipa alla capacità industriale dell'Agusta.

La compagnia ha investito in modo significativo in tutti i suoi siti di produzione, per creare centri d'eccellenza caratterizzati da alta qualità di produzione ed efficienza operativa. Questi siti si trovano a: Vergiate, Cascina Costa, Anagni, Frosinone, Brindisi e Benevento per quel che concerne i distretti italiani, Yeovill in Gran Bretagna,

Arlington e Philadelphia negli Stati Uniti. Da annoverare sono ancora le partnership in Sud Africa e in Cina

1.3 Introduzione al concetto di processo

Il primo riferimento al processo, come concetto di flusso interfunzionale, appare a metà degli anni 80 come risposta ad una necessità di miglioramento della produzione su larga scala.

L'esperienza ha dimostrato che solo ora si parla effettivamente di “approccio ai processi” perché, inevitabilmente, il nuovo concetto non era adatto alle vecchie metodologie.

Quest'approccio ai processi è stato, di fatto, un nuovo modo di ragionare, che ha influito sulla filosofia di gestione dell'azienda.

Il proprio impegno in termini di approccio ai processi, può servire a nulla se non si riesce a ragionare in termini reali di voler comprendere la logica che il concetto di processo introduce, la sua struttura, il valore aggiunto e, se necessario, la necessità di reingegnerizzare il processo.

Questo modo di organizzare il lavoro è un miglioramento rispetto al passato; come tutti i metodi ha vantaggi e svantaggi.

Vantaggi:

- Il focus è sul cliente, sulla sua soddisfazione e sui risultati.
- La ripetibilità di un certo processo permette di poterlo misurare e migliorare.
- Aumenta l'efficienza generale su tutto il percorso del flusso di lavoro e si ha l'eliminazione di attività superflue.
- Si riduce la burocrazia perché le organizzazioni hanno una struttura più piatta.
- C'è un maggior coinvolgimento individuale e una maggiore responsabilità verso ciò che si fa.
- Si ha l'opportunità di svolgere lavori più professionali e più soddisfacenti.

Svantaggi:

- Difficoltà di gestione del personale
- I lavori individuali sono più ampi e richiedono maggior impegno e competenza.
- Esiste necessità di un addestramento ed una formazione continua.
- Sono richiesti continui cambiamenti associati alla tecnologia e al processo che comportano inefficienza.
- Viene richiesto un grosso impegno di investimento in tecnologia.

In conclusione ciò che emerge dalla rivoluzione manageriale è il diffondersi della gestione del processo. La logica di gestione del processo comporta che si creino nuove identità che in passato non erano pensabili; esempi di queste nuove figure sono:

- *Project manager*, è il responsabile di un progetto che può avere diverse applicazioni come la ricerca, la produzione e il miglioramento.
- *Team leader*, è il responsabile del coordinamento di un gruppo di lavoro; inoltre è responsabile dell'intero processo fino alla soddisfazione del cliente.
- *Program manager*, è il professionista che lavora alla funzione di pianificazione all'interno di un team o di un processo.

Le organizzazioni che necessitano di queste figure non le creano più come in passato, ma è la tecnologia e il modo di attuarla e gestirla che le crea.

Ritornando alle attività dei processi, i principali fondamenti che li regolano sono:

- *Efficienza del processo*, si riferisce al modo con cui vengono impegnate le risorse nella realizzazione e gestione del processo e riguardano tempo e costo.
- *Efficacia del processo*, si riferisce a come il prodotto derivato dal processo soddisfa il cliente.
- *Flessibilità del processo*, capacità di personalizzazione e adattamento del processo a situazioni momentanee.

- *Innovazione del processo*, capacità di semplificazione dei processi di business per perseguire nel modo più economico le strategie dell'organizzazione.
- *Miglioramento e controllo dei risultati*, è il miglioramento della gestione dei processi e della valutazione dei risultati attraverso le attività di auditing.

Le prestazioni di un'organizzazione sono efficaci ed efficienti nella misura in cui lo sono i suoi processi; il legame principale tra prestazioni dell'organizzazione e quelle individuali, può essere stabilito dalle tre variabili basi dei processi che sono *obiettivi*, *progettazione* e *gestione*.

Gli *obiettivi* di un processo sono correlati sia agli obiettivi dell'organizzazione sia ai requisiti dei clienti. Parlando di obiettivi si introduce implicitamente il concetto di prestazione, vale a dire di come questi si realizzano attraverso le attività operative.

La *progettazione* è quella fase in cui avviene la mappatura del processo e in cui vengono apportati i cambiamenti necessari per ottimizzarlo.

Infine la *gestione* è quell'attività che si occupa di come raggiungere e come realizzare al meglio gli obiettivi del processo.

1.4 Attività di montaggio degli elicotteri

L'analisi del processo è un'attività che si intraprende a cura di un team, che lavora sul processo stesso, per comprenderlo e documentarlo.

Quando si analizza un processo, si deve cercare di comprendere quali delle sue prestazioni non soddisfano gli obiettivi stabiliti; quest'attività è molto utile per apportare miglioramenti e per valutare l'impatto che ogni possibile proposta di cambiamento può avere sul processo e se può essere effettivamente adottabile e utile.

Questo tipo di valutazione è particolarmente importante se è rivolta a valutare le informazioni su come vengono soddisfatti, dal processo, i requisiti derivanti dalle esigenze e dai desideri dei clienti.

Una volta terminata questa prima fase, il processo può essere analizzato in termini di livello di prestazioni nei confronti di quegli elementi che sono misurabili o devono

essere misurati al fine di valutarne l'accettabilità delle prestazioni; per fare ciò occorre rappresentare il processo diviso in diverse fasi di lavorazione.

Uno degli strumenti più utili per analizzare un processo è il *flow chart* anche noto come diagramma di flusso, che fornisce una rappresentazione visiva delle attività, delle informazioni, dei documenti, dei materiali e di altri fattori come le responsabilità, le competenze, le interfacce ecc.. Queste rappresentazioni di flusso, sono utili sia come strumento di comunicazione sia come strumento per evidenziare aree di problemi potenziali.

Cerchiamo ora di capire la logica delle *misurazioni* nell'analisi del processo.

Le misurazioni, come si è detto, sono molto importanti per determinare i gap tra la capacità attuale di un processo e la capacità stabilita. Le misurazioni, opportunamente riportate, mostrate e discusse, possono essere un potente strumento per comunicare informazioni e possono essere usate anche per persuadere; devono focalizzare l'attenzione su problemi importanti e quindi fornire dati per adottare decisioni valide. Essendo la logica del processo focalizzata sulla soddisfazione del cliente, diventa importante capire e comprendere la misura di quest'ultima come ultima fase della qualità e della bontà del processo. Pertanto le misurazioni giocano un ruolo fondamentale nella determinazione di quanto l'organizzazione è efficace ed efficiente nel servire il cliente.

Se non c'è l'impegno di misurare l'impatto delle attività, non esiste alcuna evidenza per identificare il miglioramento continuo del processo, non solo, ma non si dispone di elementi di alcun genere per prendere decisioni o semplicemente per monitorare il processo. Localizzare dove gli errori vengono commessi, da chi, come, perché, quando e con che frequenza, diventa indispensabile per decidere la tipologia di interventi di miglioramento necessari.

Le misurazioni pertanto sono necessarie come *feed-back* e sono un mezzo molto preciso per comunicare le informazioni correlate alla qualità; le espressioni vaghe non sono capaci di fornire una descrizione precisa della situazione, quindi diventa necessario dirlo con i numeri.

Per misurare adeguatamente occorre avere determinati *sensori*, cioè dispositivi che permettano di valutare i risultati in termini di unità di misura. Esistono sensori tecnologici e sensori umani; i primi rilevano una forma di misura fisica (es. orologi,

termometri ecc...) mentre i secondi si basano su percezioni individuali ma per entrambi, fondamentale è l'accuratezza alla precisione della misurazione. I dati delle misurazioni devono essere registrati e raccolti per informare tutto il personale dell'organizzazione sull'andamento dei processi in tempo reale. Esempi di misurazione durante un processo, possono essere:

- Il ciclo temporale di un processo
- Il costo del processo
- Gli scarti, le rielaborazioni o altri indicatori d'inefficienza
- Il numero d'errori che si rilevano nei documenti o i documenti che non si trovano, perché, per esempio fuori posto
- Il tempo che si dedica alle riunioni per risolvere problemi o per verificare le prestazioni del processo
- Il tempo dedicato agli spostamenti
- Il tempo del ciclo nei sottoprocessi o nelle funzioni che ad esso concorrono
- Il numero dei punti di decisione e quindi eventuali ritardi che si introducono per le troppe approvazioni.
- L'indice di soddisfazione dei clienti
- Ecc...

L'organizzazione deve pianificare ed attuare i processi di monitoraggio, di misurazione, di analisi e di miglioramento individuando a tal fine i metodi applicabili, incluse le tecniche statistiche e l'estensione della loro utilizzazione.

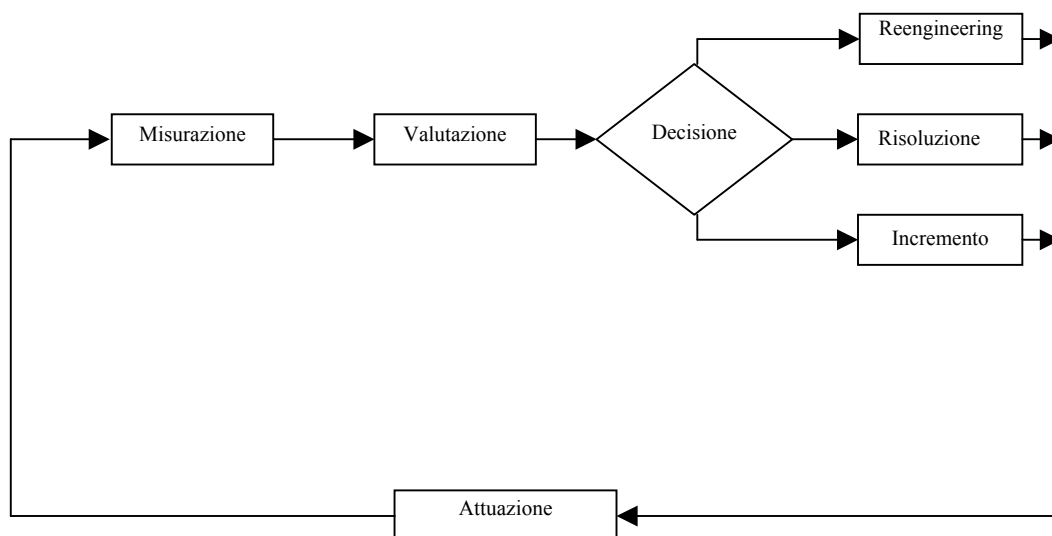
Bisogna identificare le modalità, i mezzi e le metodologie per raccogliere ed analizzare i dati di un processo. Nella forma più semplice e lineare, il processo di raccolta dei dati richiede che si sviluppino le seguenti fasi:

1. Stabilire i parametri che devono essere raccolti
2. Stabilire come dove e quando i dati saranno raccolti
3. Stabilire il grado d'accuratezza dei dati
4. Stabilire chi raccoglierà i dati e dove li registrerà
5. Procedere alla raccolta e alla validazione dei dati

In seguito occorrerà identificare gli strumenti per analizzarli, organizzarli e sintetizzarli; generalmente si usano fogli di calcolo elettronici che permettono di:

- Introdurre codifiche delle attività all'interno di ogni gruppo di dati
- Creare grafici di vari tipi (istogrammi, torte ecc..) che possono essere utilizzati per le riunioni dove i dati vengono discussi.
- Aggiungere campi per valutare la variabilità nei tempi dei dati stessi
- Valutare cosa succede se alcune attività, per esempio, sono modificate o soppresse o incorporate.

Ragionando in termini di miglioramento del processo, in genere le cause prime d'inefficienza del processo possono, molto spesso, essere identificate solo se si esamina completamente la sua struttura. Pertanto un processo per essere migliorato, deve essere analizzato sia dinamicamente sia strutturalmente.



1.4.1. Fasi di miglioramento di un processo

Una volta che il processo sia stato attuato, dovrebbe essere messo in funzione e mantenuto un sistematico programma di monitoraggio e di registrazione delle prestazioni del processo. Così facendo, le variazioni del processo possono essere

osservate nel tempo e le aree che presentano problemi possono essere identificate e corrette.

Fig 1.4.1 illustra come il sistema di misurazione delle prestazioni di un processo è direttamente connesso alla catena di miglioramento dello stesso.

Dopo le fasi di misurazione e valutazione dei dati, come si può vedere, si arriva al punto di decisione che si dirama in tre possibili linee d'azione; la figura mostra come il sistema di misurazione delle prestazioni di un processo sia un ciclo che deve diventare autoregolante. Pertanto, anche quando le differenze rilevate tra le prestazioni attese e quelle reali sono al di sotto della soglia di accettabilità stabilita, è sempre necessario prima di adottare azioni correttive o preventive, misurare e valutare le prestazioni del processo ad intervalli prefissati di tempo; in questo modo abbiamo un sistema di controllo e di gestione.

Infine la fase d'attuazione mette in atto il tipo di decisione assunta e la realizza nella logica di misurazione per valutarne i risultati; il sistema diventa così iterativo fino al raggiungimento del risultato progettato.

L'analisi è stata svolta su diverse linee di elicotteri: AB139, A109, EH101, A119, A109loh, A109 Grand e NH90. Generalmente ogni linea è suddivisa in:

- *Fuori scala*: è la prima fase del montaggio; in primis avviene la pesata della fusoliera. In seguito vengono effettuate varie predisposizioni strutturali (installazione drenaggi acqua per batteria, per tergi-lavavetro), varie installazioni (pedane piloti, pedane passeggeri, porte piloti, assieme- cablaggi carrello anteriore, struttura carrello anteriore, pannelli isolanti paratie motore, attacchi trasmissione principale), bonding della struttura coda, installazione dei supporti per ECS.
- *Stazione 1 (Parte meccanica)*: qui avviene l'installazione delle landing gear lines, le installazioni degli impianti controllo antincendio (estintore di fuoco motore e fire detection, prova tenuta impianti antincendio motori), installazione pitot statico, dei principali impianti idraulici (impianto sottotetto, retro, freno rotore, sopratetto, equipaggiamento idraulico cockpit), l'installazione

equipaggiamento carrelli, degli impianti di drenaggio (drenaggio sottotetto, tubi drenaggi acqua, drenaggio motori lato destro e sinistro, drenaggio idraulica tetto, drenaggio carburante), l'installazione delle tubazioni (tubazioni mandate e sfiato, tubazioni upper-deck), installazione serbatoi carburante, installazione componenti ventilazione, riscaldamento e condizionamento, installazione predisposizione freni ruote.

(Parte elettro-avionica): avviene la maggior parte dell'installazione degli assiemi cablaggi (cabina, upper deck e retro) l'installazione del kit di lettura del rotore principale e del ECS.

- *Stazione 2 (Parte meccanica):* avviene l'allestimento degli attuatori la predisposizione e l'installazione del sistema di controllo bilanciamento, l'installazione del carrello principale, l'installazione del rotore principale e dei controlli principali di rotazione, del kit freno motore, l'installazione della trasmissione principale e dell'idraulica di coda, del rotore di coda e dei controlli del rotore di coda, l'installazione del controllo del rotore di coda, allestimento e installazione dei motori destro e sinistro, installazione tubi di scarico dei motori destro e sinistro, installazione ATP engine control, installazione controllo ciclico e collettivo, installazione coda e lay-up comandi di volo.

(Parte elettro-avionica): allestimento elettrico barre, installazione assieme cablaggi naso, trasmissione e coda, installazione antenne e luci coda, installazione elettro-avionica naso, cockpit e cabina, installazione antenne fusoliera, installazione apparati elettro avionici e baie avioniche.

- *Stazione 3:* avviene il bonding avionico l'installazione delle pale di coda, delle batterie, dell'ATP pitot system, l'installazione dell'ATP comandi di volo, predisposizione strutturale e installazione cuffie ciclico e collettivo, installazione vetri e tergicristalli, installazione sedili pilota, installazione stabilizzatore, installazione ATP per sistema idraulico freno rotore, per sistema idraulico freni carrelli, per sistema idraulico carrelli atterraggio e per porte passeggeri, installazione assorbitore di vibrazioni, installazione porte passeggeri, chiusura pavimenti cabina, prova tenuta acqua, prove funzionali elettroavioniche,

installazione carenature collettivo, eliminazione difetti e installazione sistemi software.

- *Personalizzazione:* a seconda delle esigenze del cliente possono essere montati ulteriori sistemi avionici ed optional

Di seguito la macchina passa in linea di volo dove avviene la verniciatura e i vari collaudi in volo.

2. Sviluppo e risultati

Scopo di questo lavoro è stato quello di fornire una mappa in grado di misurare la durata delle operazioni su due linee d'assemblaggio, A109 e AB139, e di fornire uno strumento capace di riassumere sinteticamente l'andamento del processo produttivo. Questo è stato poi esteso alle linee *A119*, *A109 loh*, *EH101*, *A109 Grand*, *NH90* risultando uno strumento a disposizione del management nel valutare il corretto svolgimento delle operation e nel proporre eventuali azioni correttive.

2.1. Definizione del problema

2.1.1. Mappa del processo

Come detto, ogni linea può essere suddivisa in: *Fuori Scalo*, *Stazione 1*, *Stazione 2*, *Stazione 3* e *Personalizzazione*

Questa divisione non è strettamente temporale; operazioni di stazioni diverse possono essere eseguite nello stesso momento, mentre altre, per aver luogo, necessitano del completamento delle precedenti. Le stesse fasi, inoltre, possono avere durata variabile a seconda dell'elicottero considerato; ciò avviene a causa della forte personalizzazione che caratterizza i prodotti Agusta. Stabilire quindi la durata di una singola fase diventa un compito assai arduo da eseguire soprattutto se si tiene conto di un'ulteriore complicazione; le lavorazioni necessarie al completamento di alcune macchine hanno

una durata superiore a quella destinata al project work. Creare pertanto una statistica adeguata risulta impossibile almeno nei tempi destinati al lavoro di tesi

2.1.2. Controllo del processo

Le operazioni da effettuare in una stazione, lo stato di avanzamento, il centro di lavorazione ed altre informazioni sono gestite, in Augusta, da un software aziendale, il Mecapp. Le informazioni da esso fornite rappresentano un'istantanea sul processo. In molti casi tuttavia può essere importante avere a disposizione anche uno strumento dinamico in grado di fornire informazioni su trend, numero d'ore completate in un arco temporale, ecc.

2.2 Approccio e metodologia

Con frequenza settimanale, per cinque mesi, sono stati registrati i report d'avanzamento delle linee *A109*, *AB139*, *A119*, *A109 loh*, *EH101*, *A109 Grand*, *NH90*. Per le prime due inoltre è stato creato un database dove le macchine sono state raggruppate per percentuale di avanzamento. L'enorme vantaggio di questa procedura è quello di rendere confrontabili macchine diverse in momenti diversi del ciclo di lavorazione; così il numero di misurazioni utili non è più funzione della durata delle singole fasi bensì della frequenza con cui i nuovi elicotteri sono "caricati" sulla linea di assemblaggio

2.3 Risultati

Linea AB139

Le figura 2.3.1a e 2.3.1b mostrano rispettivamente il completamento progressivo e gli avanzamenti dell'elicottero in questione in funzione del tempo (espresso in percentuale)

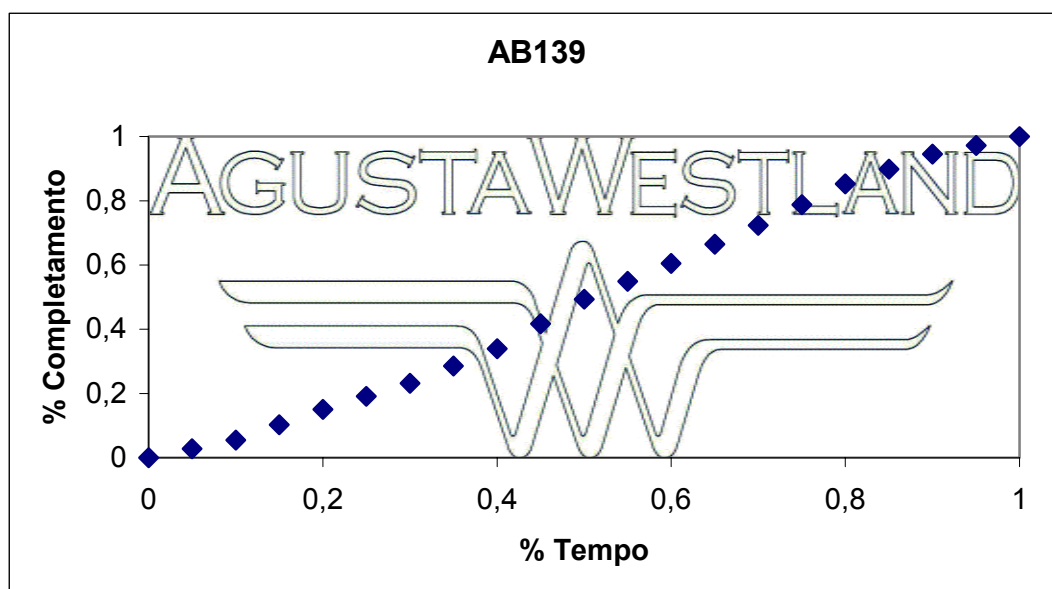


Fig.2.3.1a. Completamento progressivo dell'elicottero AB139 in funzione del tempo

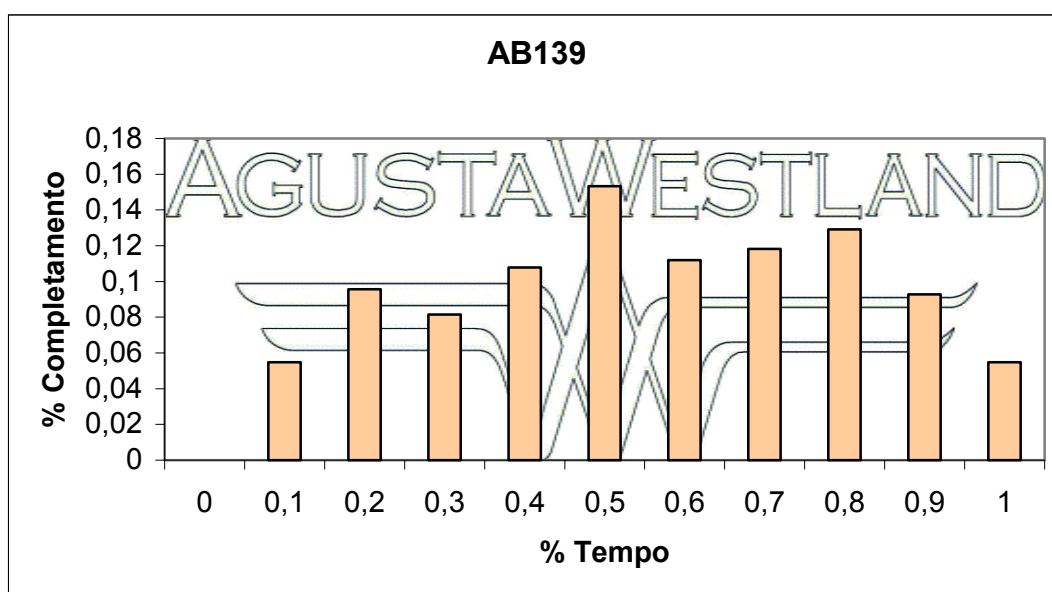


Fig.2.3.1b. Avanzamento dell'elicottero AB139 in funzione del tempo

Dal primo grafico si evince che per la linea AB139 l'andamento del processo è costante intorno alla media; tuttavia si nota un ritardo nella fase iniziale dovuto probabilmente alle attività di *Fuori Scalo*.

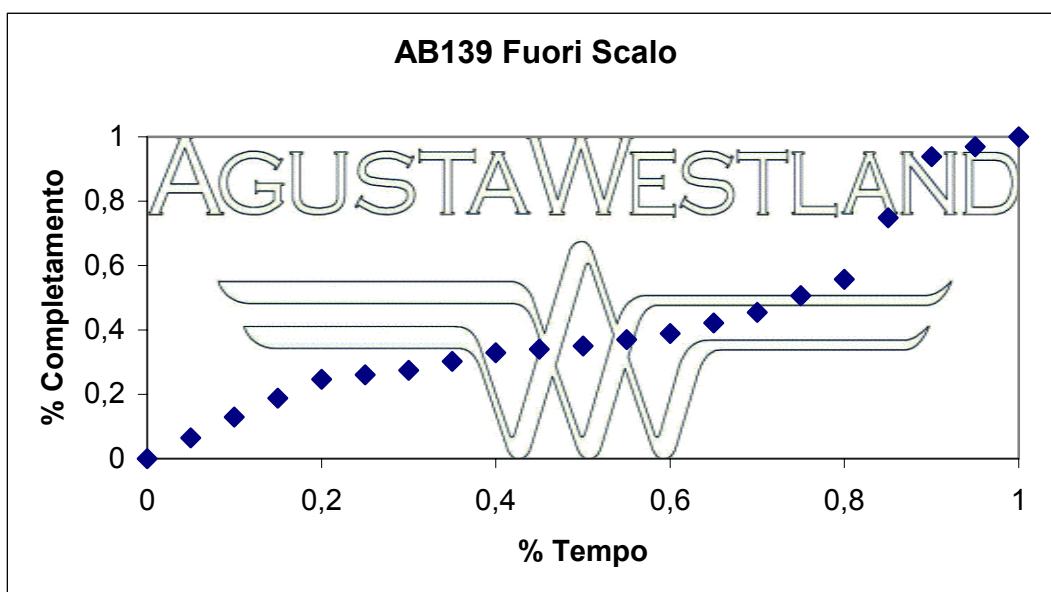


Fig.2.3.2a. Completamento progressivo della stazione *Fuori Scalo*

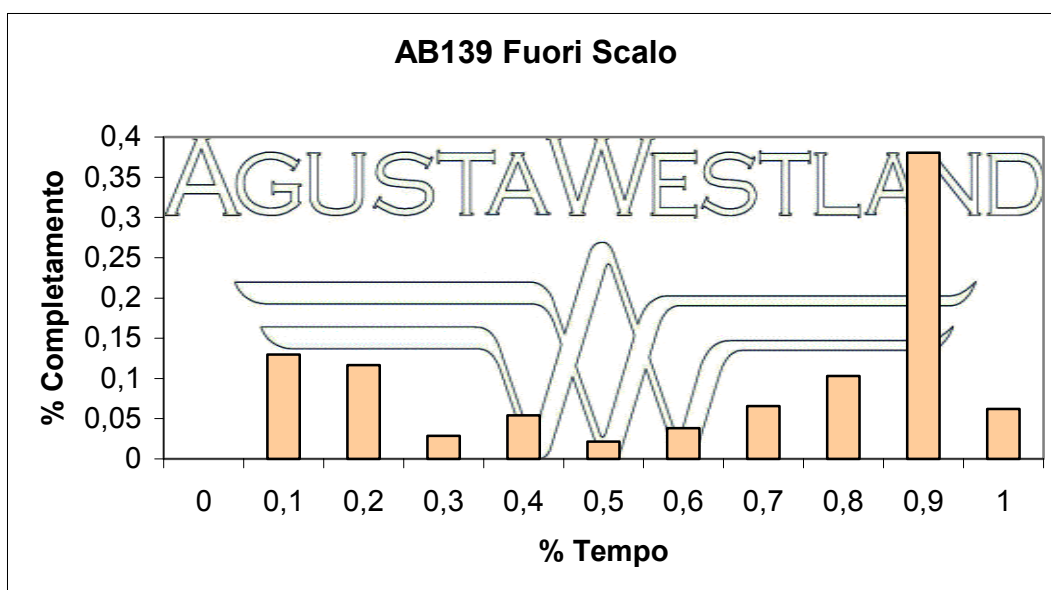


Fig.2.3.2b. Avanzamento della stazione *Fuori Scalo*

Il *Fuori scalo* è la prima fase del montaggio; in primis avviene la pesata della fusoliera e l'installazione del canopy. In seguito vengono effettuate varie predisposizioni strutturali (vano bagagli, installazione drenaggi acqua per batteria, per tergi-lavavetro), varie installazioni (pedane piloti, pedane passeggeri, porte piloti, assieme- cablaggi carrello anteriore, struttura carrello anteriore, pannelli isolanti paratie motore, attacchi

trasmissione principale), bonding della struttura coda, installazione dei supporti per ECS.

Il secondo grafico mostra come alcune operazioni del Fuori Scalo si protraggano fino al completamento della macchina.

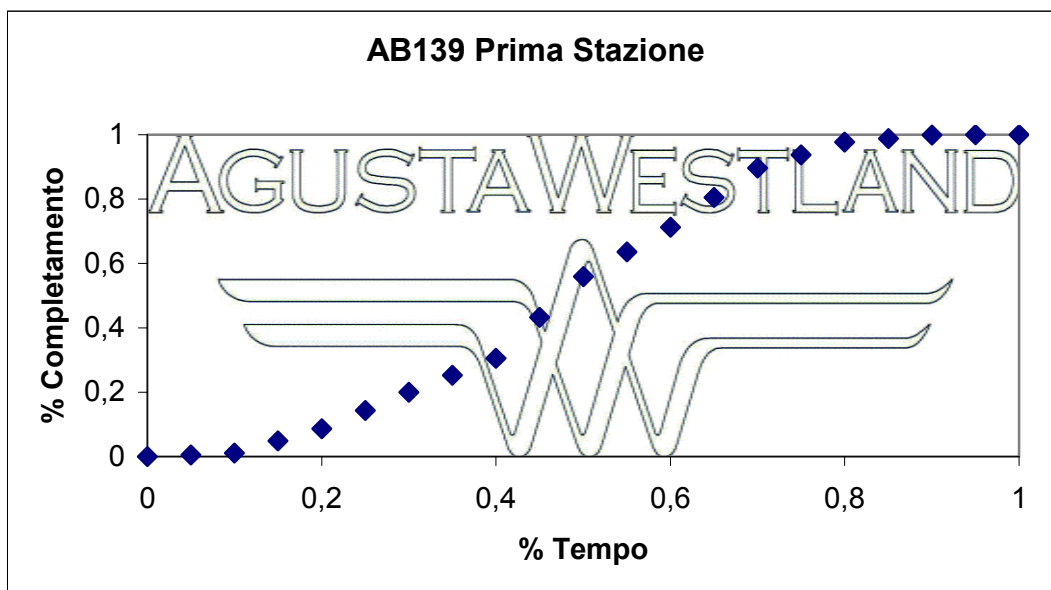


Fig.2.3.3a. Completamento progressivo della *Prima Stazione*

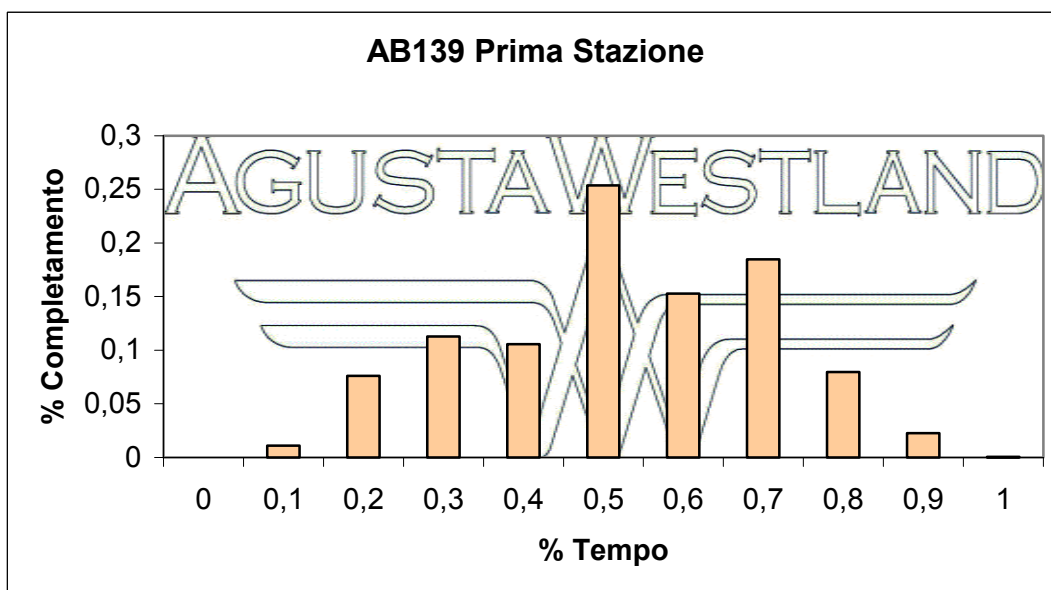


Fig.2.3.3b. Avanzamento della *Prima Stazione*

La *Prima Stazione* (figg 2.3.3a e 2.3.3.b) meccanica inizia nelle prime fasi di attività della macchina appena dopo l'inizio del *Fuori Scalo*

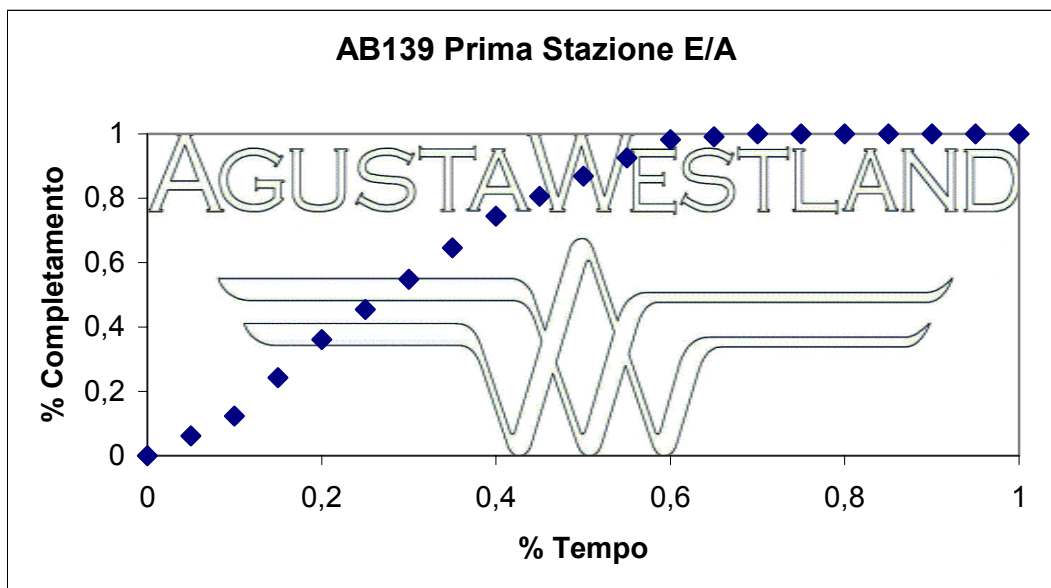


Fig.2.3.4a. Completamento progressivo della *Prima Stazione E/A*

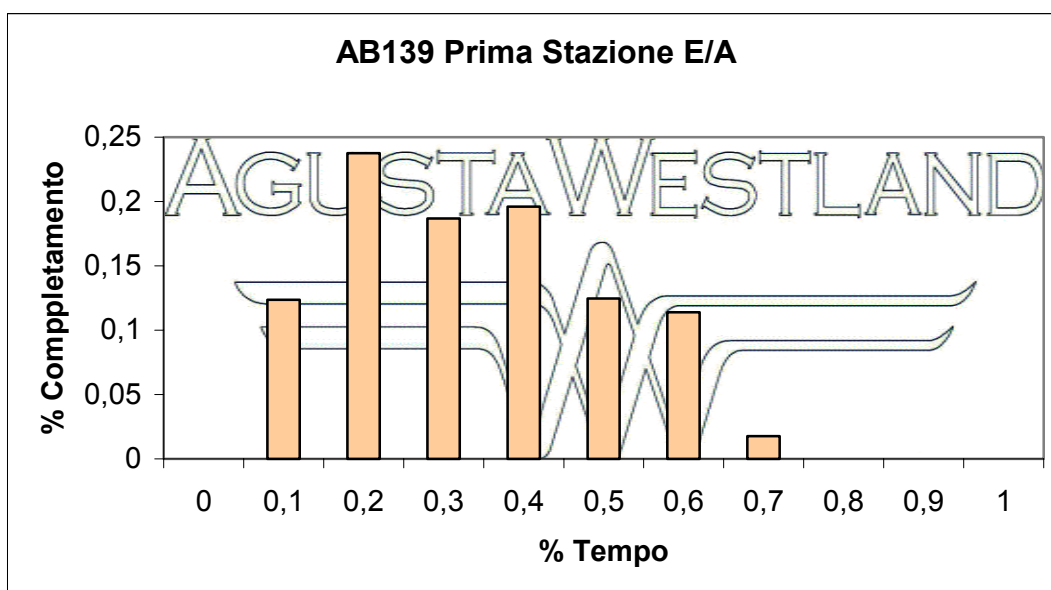


Fig.2.3.4b. Avanzamento della *Prima Stazione*

La *Prima Stazione Elettro-Avionica* inizia alle prime fasi di lavorazione e si conclude, in pratica, quando è trascorsa la metà del tempo necessario al completamento dell'elicottero come si evince dalle figure 2.3.4a e 2.3.4.b

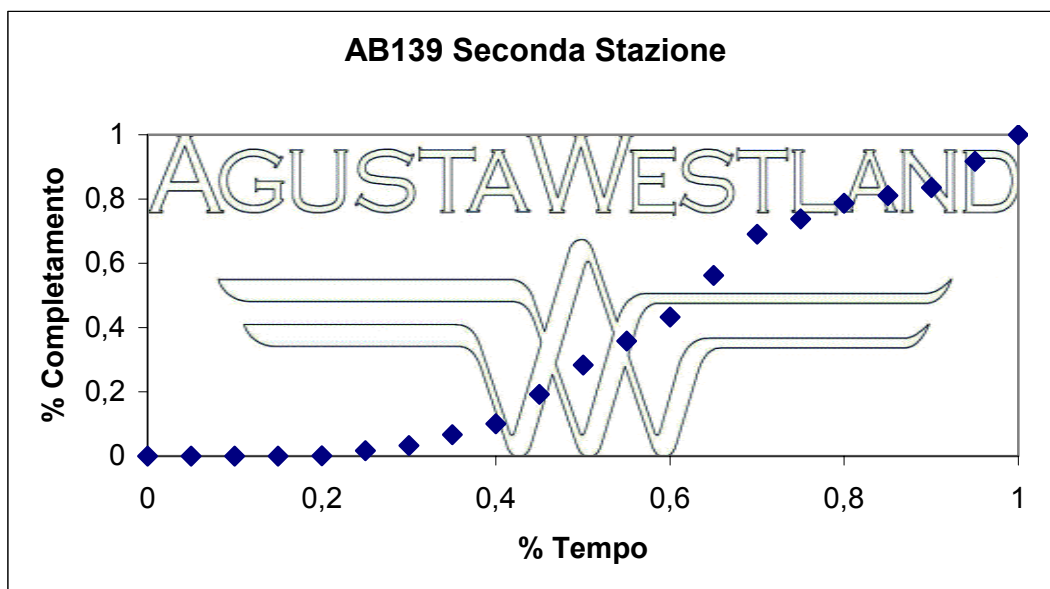


Fig.2.3.5a. Completamento progressivo della *Seconda Stazione*

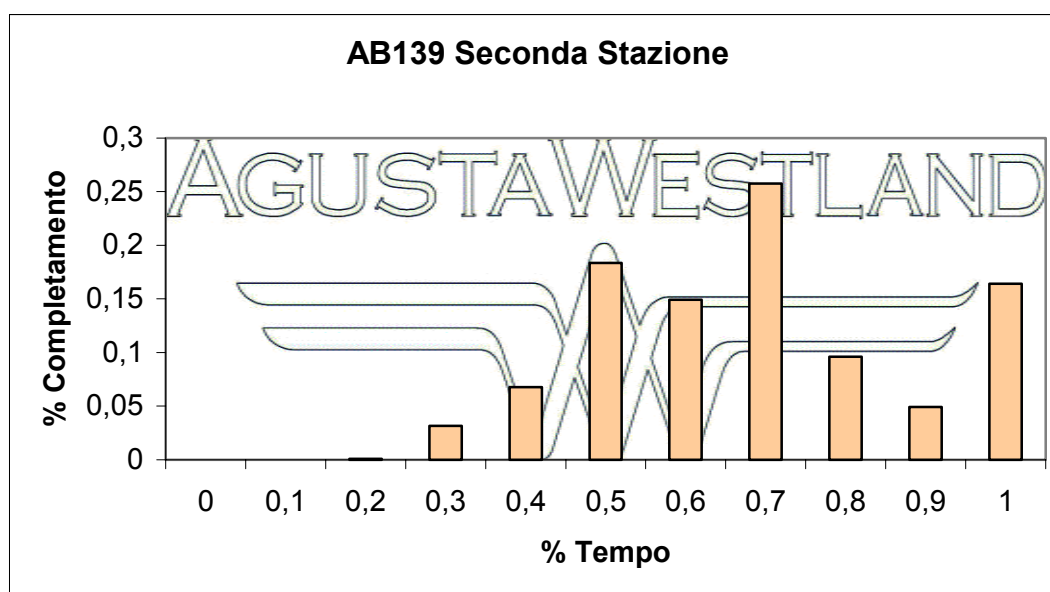


Fig.2.3.5b. Avanzamento della *Seconda Stazione*

La *Seconda Stazione* meccanica ha luogo quando è trascorso il 30% del tempo ed alcune operazioni si protraggono fino alle ultime fasi di lavorazione della macchina (Fig.2.3.5.a e 2.3.5.b)

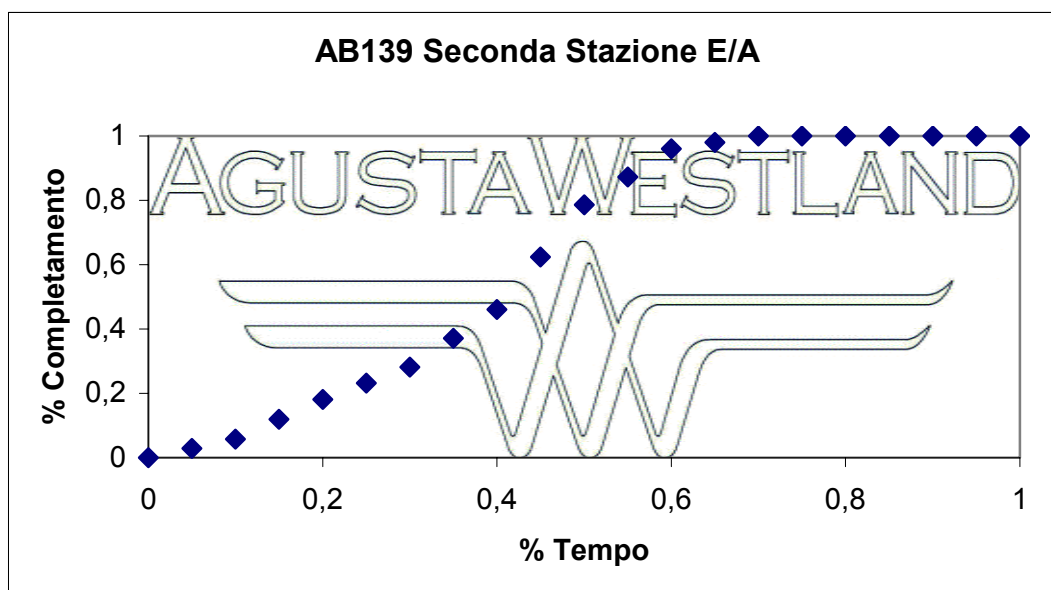


Fig.2.3.6a. Completamento progressivo della *Seconda Stazione Elettro-Avionica*

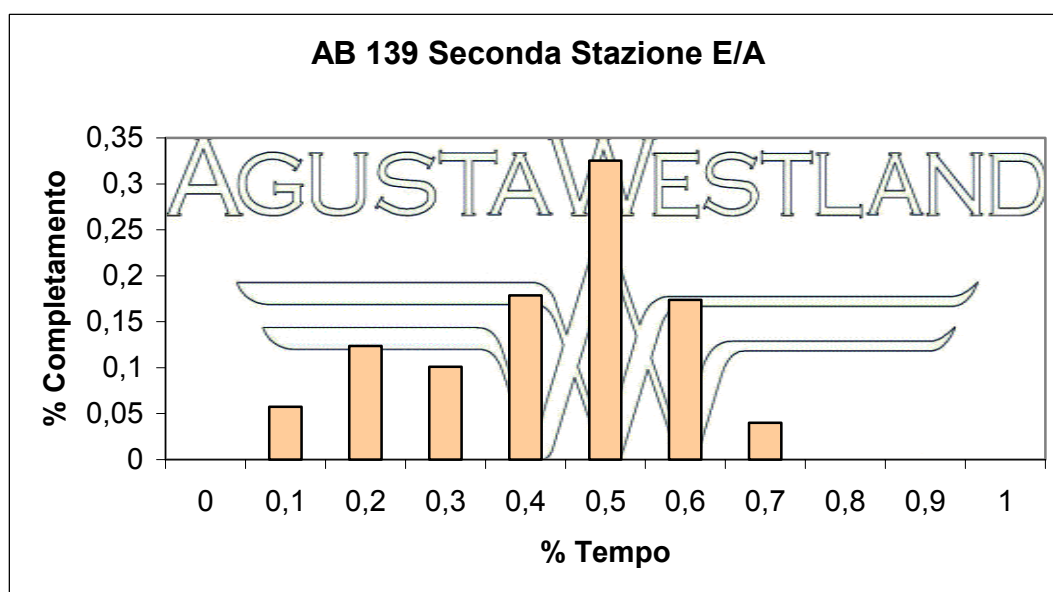


Fig.2.3.6b. Avanzamento della *Seconda Stazione Elettro-Avionica*

La *Seconda Stazione Elettro-avionica* (figg. 2.3.6a e 2.3.6b) incomincia alle prime fasi di lavorazioni , prima che passi il 10% del tempo, e si conclude al 60%.

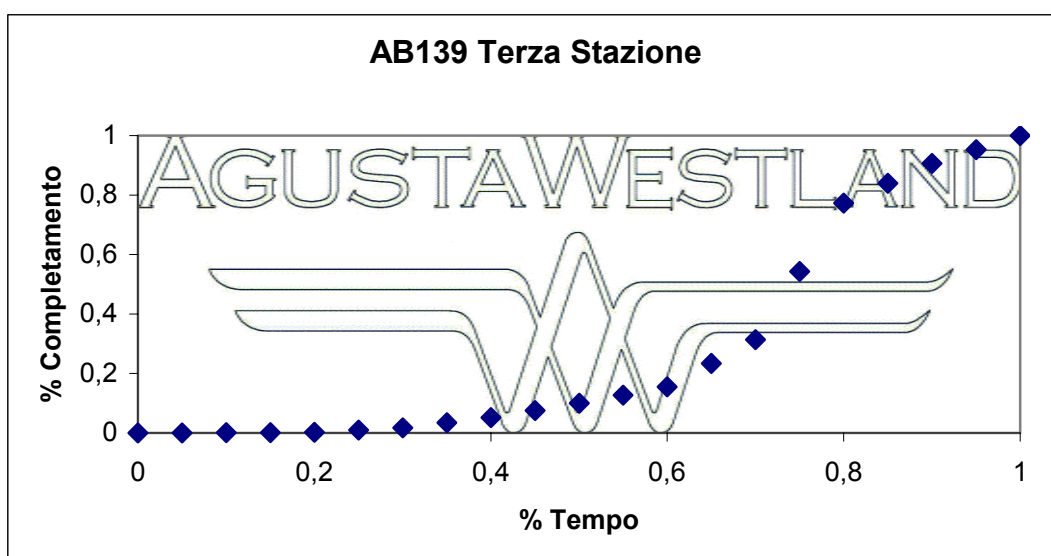


Fig.2.3.7a. Completamento progressivo della *Terza Stazione*

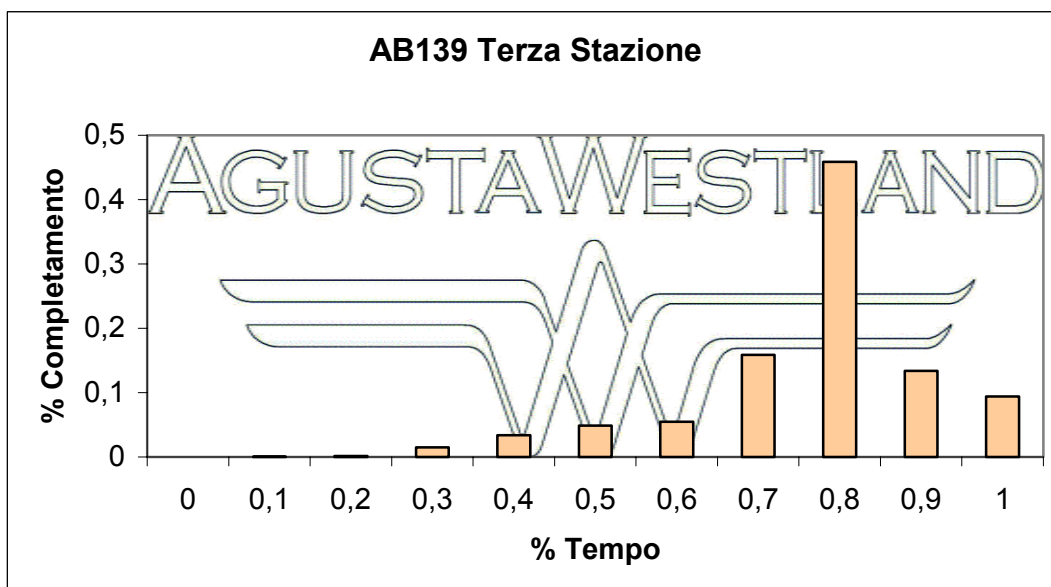


Fig.2.3.7b. Avanzamento della *Terza Stazione*

Linea A109

L'elicottero in questione è nato molto tempo prima dell'*ABI39*, pertanto è logico aspettarsi un processo più stabile, dove le persone coinvolte nel processo hanno già attraversato le curve di apprendimento

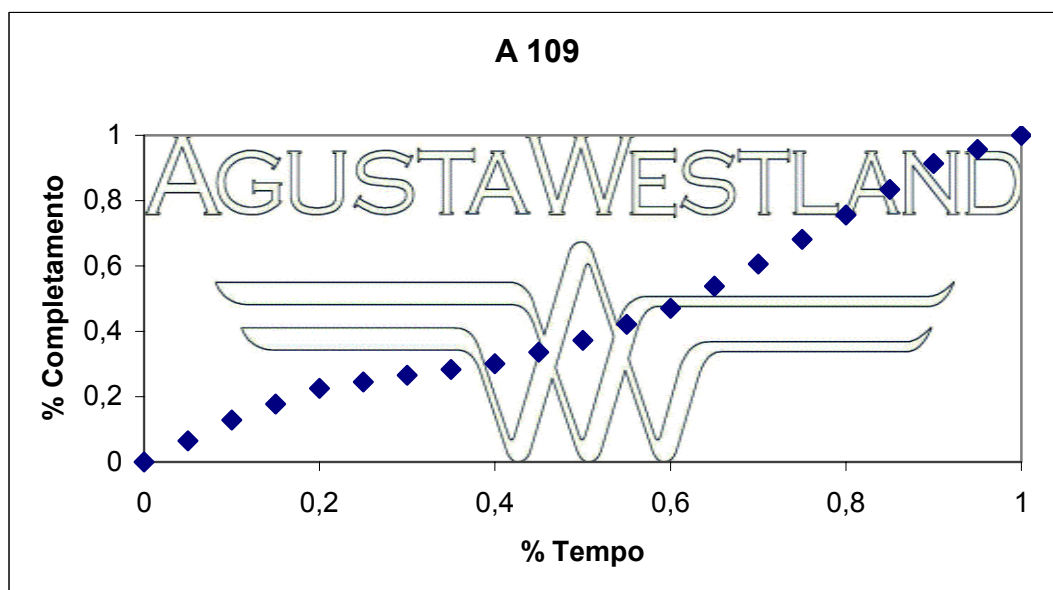


Fig.2.3.8a. Completamento progressivo dell'elicottero A109 funzione del tempo

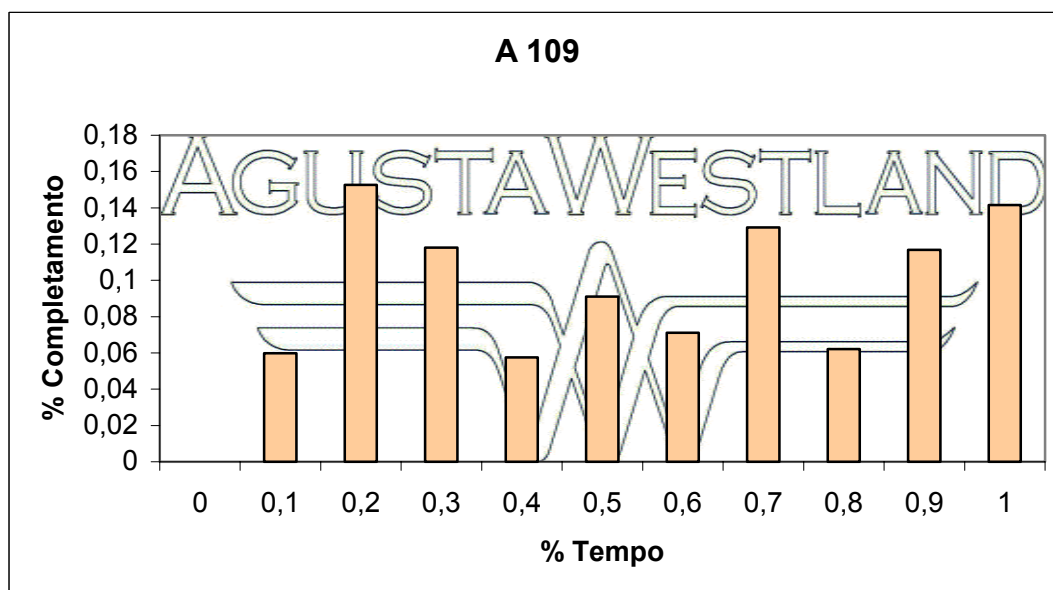


Fig.2.3.8b Avanzamento dell'elicottero A109 in funzione del tempo

La figura 2.3.8b rende evidente l'andamento del processo; si osservi come le operazioni raggiungano un picco in prossimità del completamento della macchina.

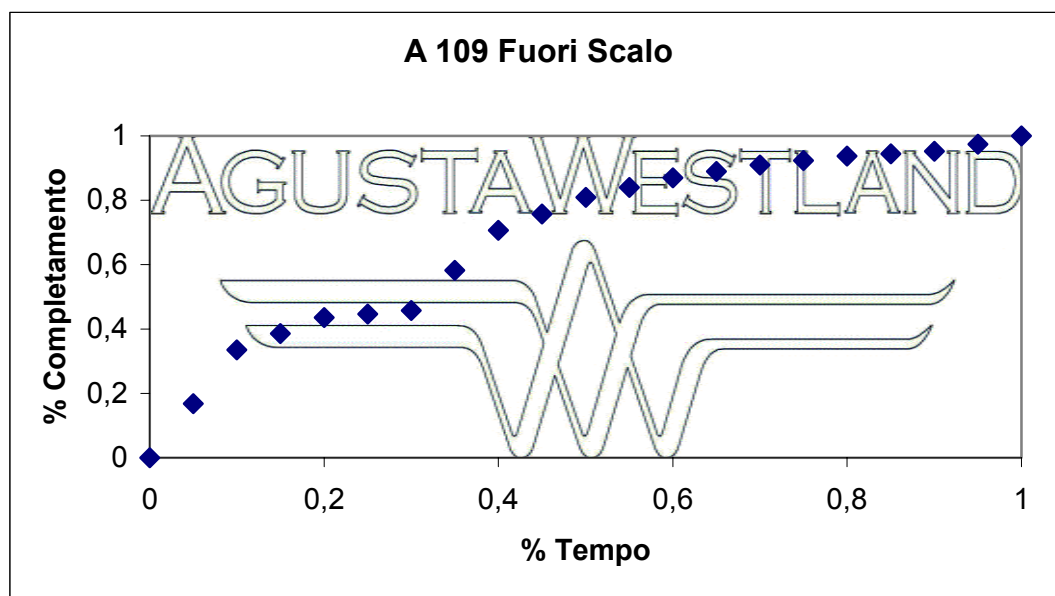


Fig.2.3.9a. Completamento progressivo della stazione *Fuori Scalo*

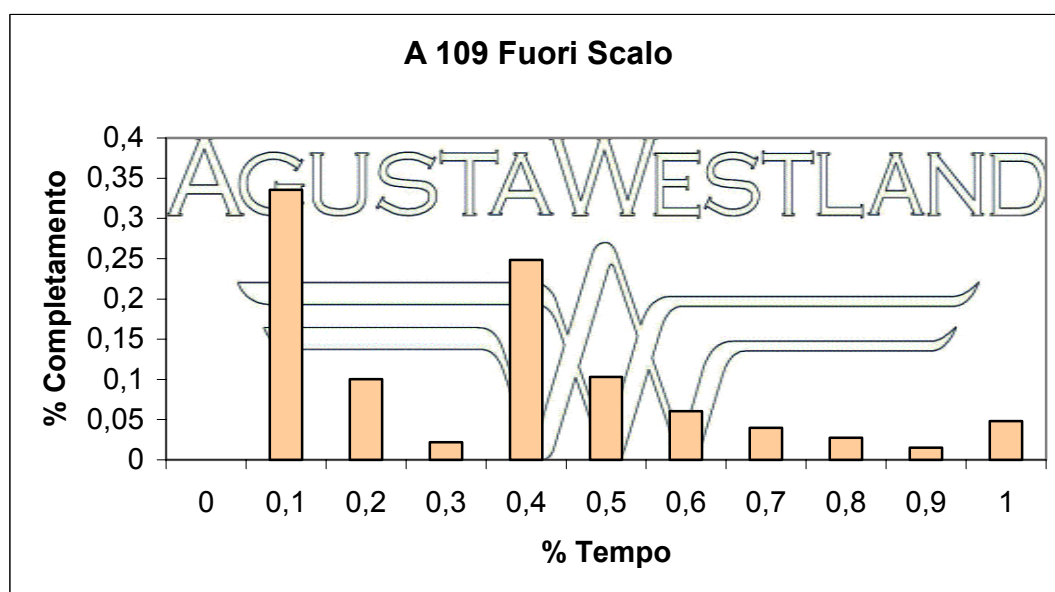


Fig.2.3.9b. Avanzamento della stazione *Fuori Scalo*

Figura 2.3.9b mette in luce un rallentamento delle operazioni in prossimità del 30%; questo spiegherebbe la riduzione delle ore chiuse sull'intera macchina come visto nel grafico 2.3.8b

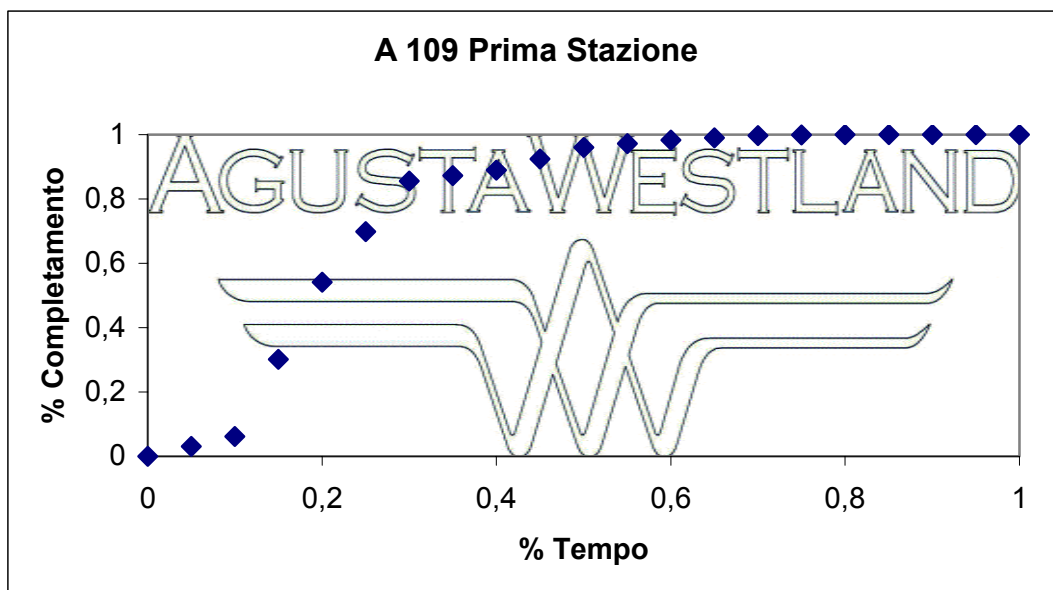


Fig.2.3.10a. Completamento progressivo della *Prima Stazione*

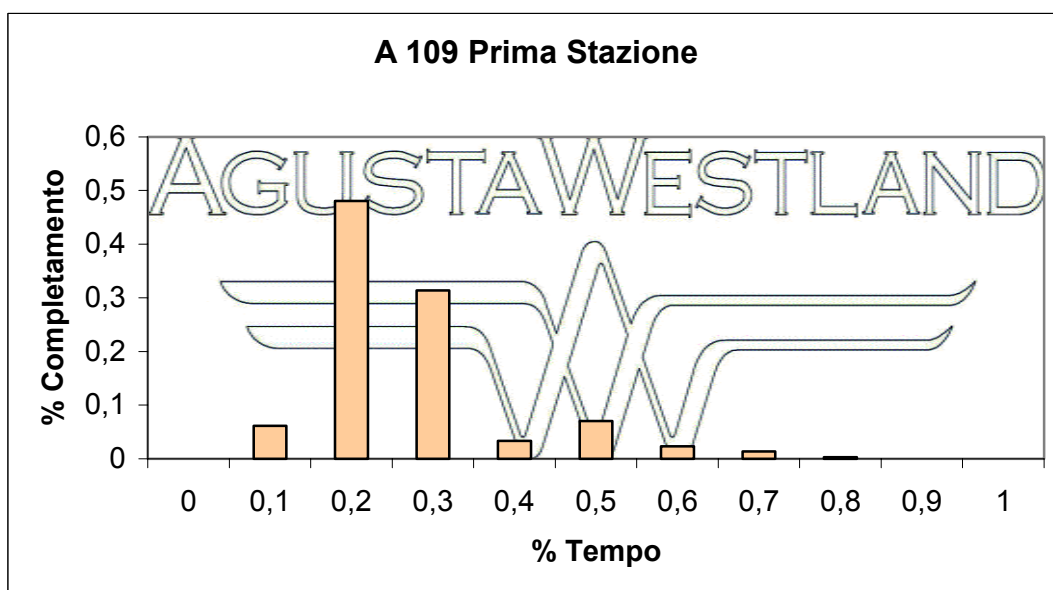


Fig.2.3.10b. Avanzamento della *Prima Stazione*

I grafici precedenti mostrano come la *Prima Stazione* abbia inizio nelle prima fasi di vita dell'elicottero e si concluda, di fatto, quando è rascorso il 60% del tempo necessario al completamento della macchina.

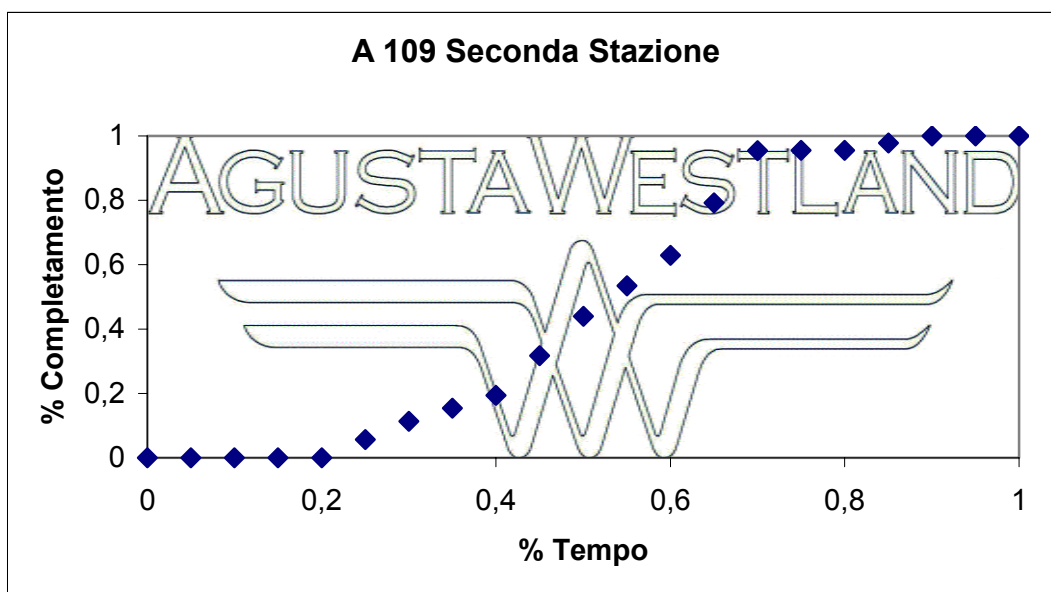


Fig.2.3.11a. Completamento progressivo della *Seconda Stazione*

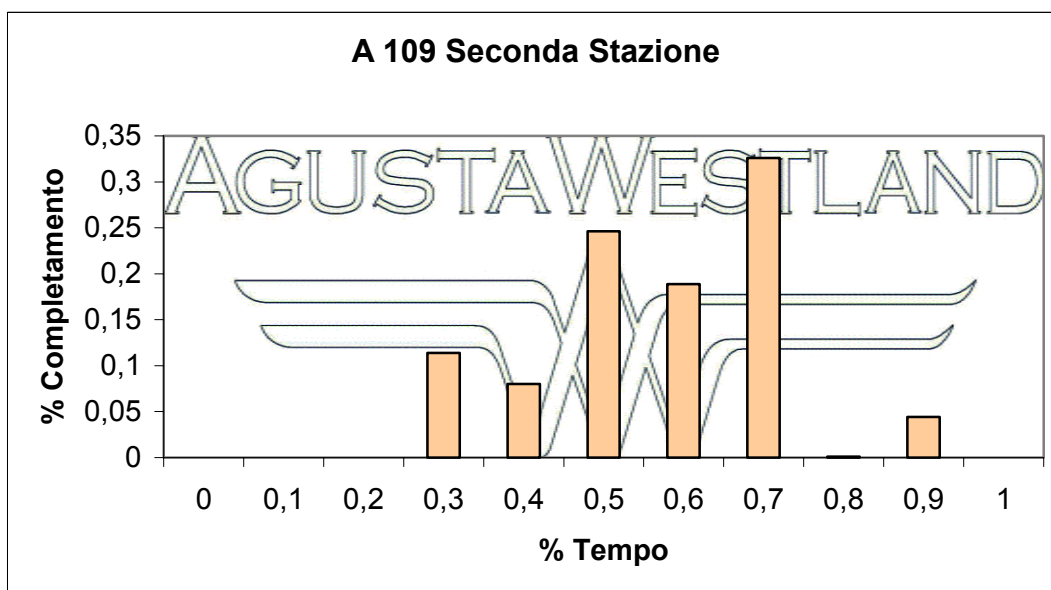


Fig.2.3.11b. Avanzamento della *Seconda Stazione*

Fig. 2.3.11b evidenzia come, da un punto di vista temporale, la *Seconda Stazione* occupi la metà del processo, poiché essa inizia al 30% e può considerarsi chiusa al 80% del tempo

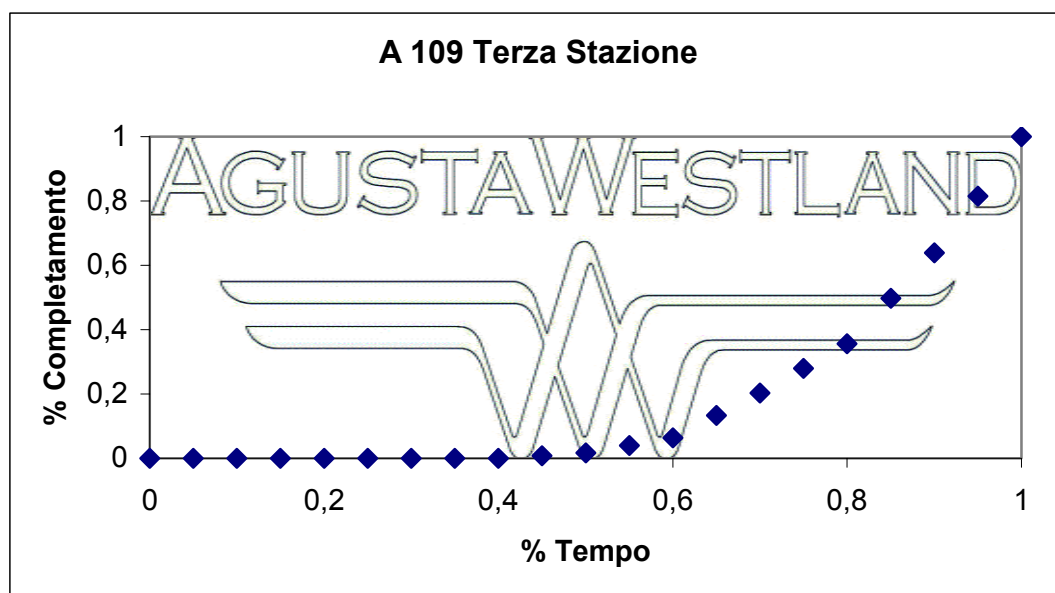


Fig.2.3.12a. Completamento progressivo della *Terza Stazione*

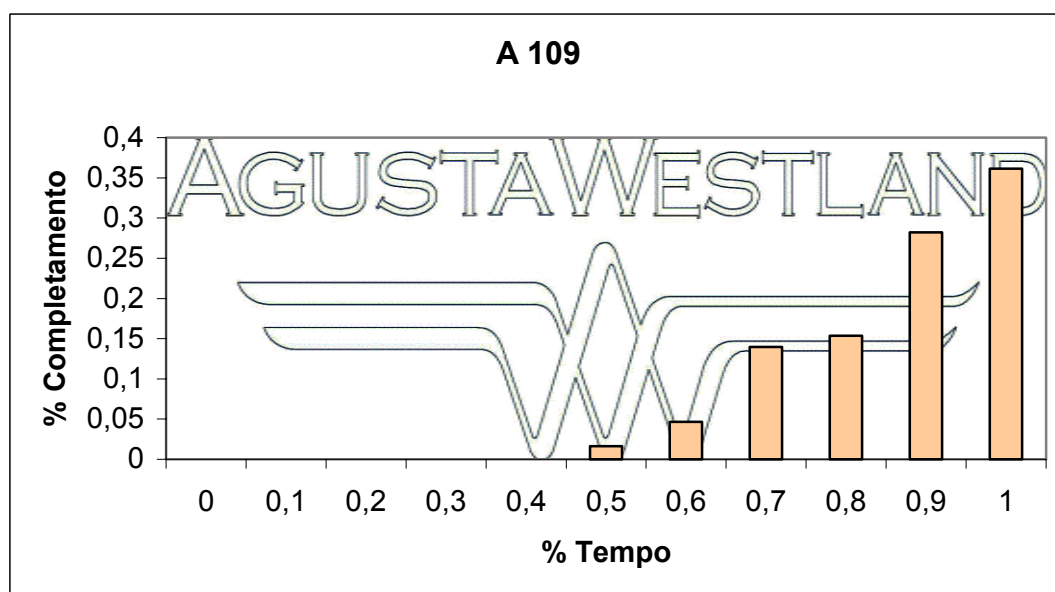


Fig.2.3.12b. Avanzamento della *Terza Stazione*

2.4 Considerazioni

Per entrambe le linee abbiamo visto come le operation non siano centrate intorno alla media; questa caratteristica comporta un utilizzo non ottimale delle risorse per la presenza altalenante di carichi di alta e bassa intensità.

Si osserva che le attività sono inferiori alla media per la prima metà del tempo, cui segue un repentino recupero (figg. 3.1b e 2.3.8b); la cosa è ancora più evidente per la linea A109 dove si assiste ad una discesa delle operazioni fino al 30%.

Ancora da notare il ritardo delle attività di *Fuori Scalo* che idealmente dovrebbero terminare il prima possibile essendo propedeutiche allo svolgersi di tutte le altre operazioni.

Nelle pagine seguenti, con l'aiuto del *Matlab* è stata effettuata una simulazione atta a livellare le operazioni intorno al valore medio; sono stati imposti dei vincoli sulla durata delle fasi e sulla distribuzione delle stazioni. Verrà effettuato linea per linea un raffronto tra la situazione attuale e quella simulata al *Matlab*.

Le valutazioni che seguiranno sono state utilizzate con successo al fine di impostare un piano di recupero sulle linee *A109 Power* e *A109 Grand*

Linea AB139

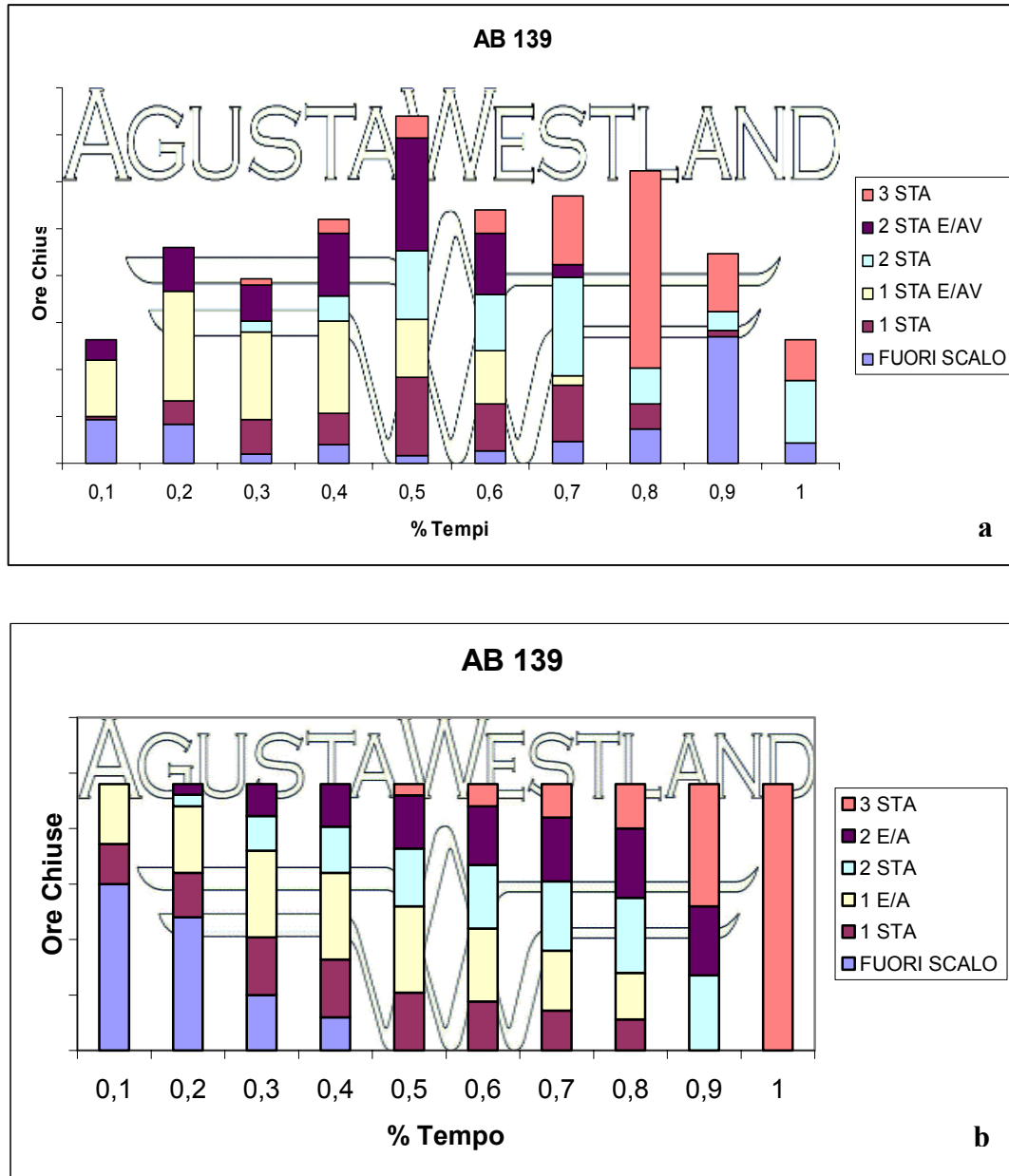


Fig. 2.4.1. Avanzamento della linea AB 139 nella situazione reale (a) e simulata (b)

Nella situazione simulata al *Matlab* non si assiste più alla presenza di picchi, ma tutte le operazioni sono centrate sulla media; in questo modo si può anche decidere di aumentare uniformemente i carichi di lavoro riducendo i giorni di flusso

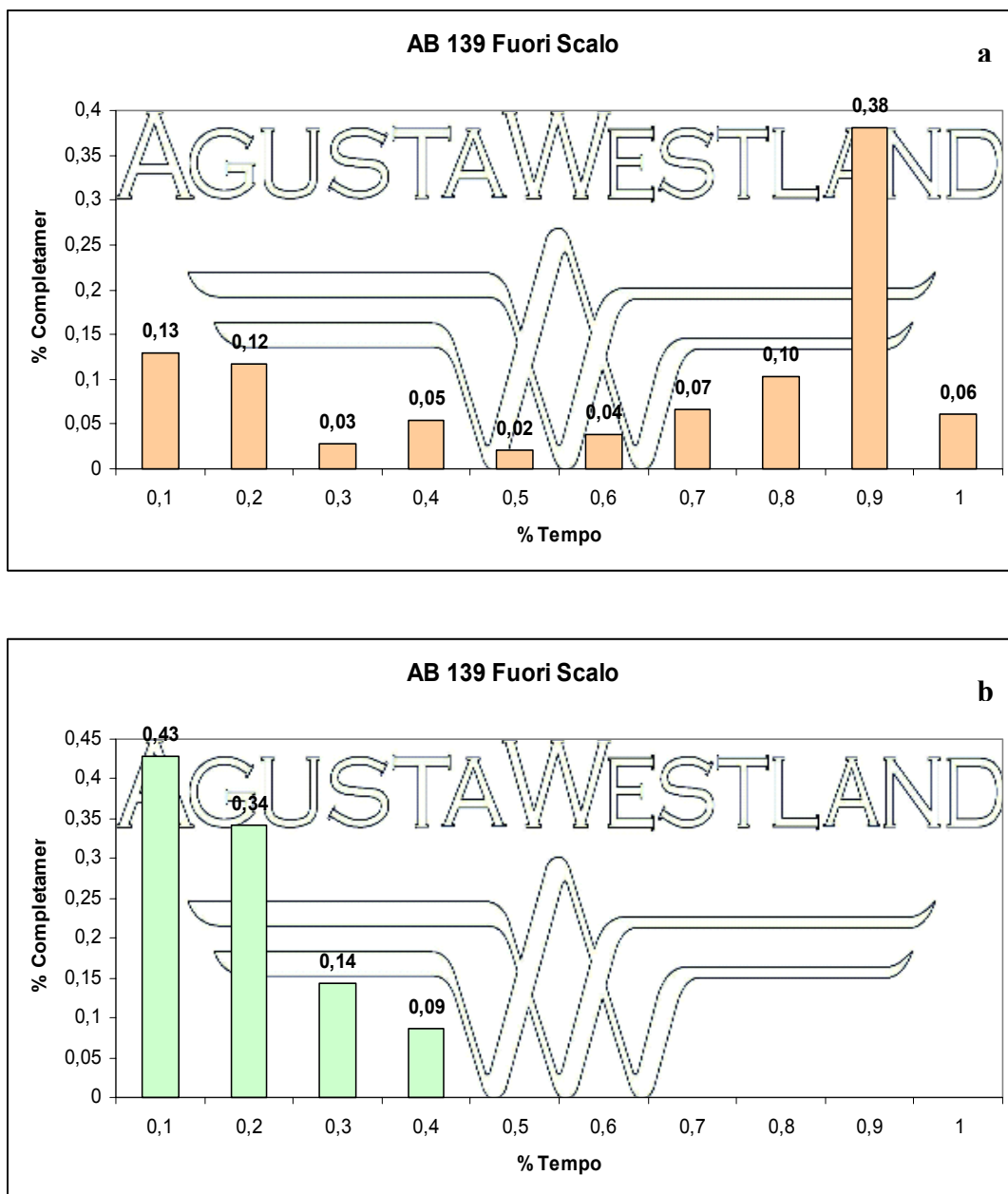


Fig. 2.4.2.Avanzamento della stazione *Fuori Scalo* nella situazione reale (a) e simulata (b)

Nel secondo grafico le operazioni di *Fuori Scalo* raggiungono un picco nelle primissime fasi di lavorazione per poi decrescere rapidamente in prossimità del 50%. Una chiusura precoce di dette operazioni sarebbe auspicabile dal momento che le restanti attività dipendono dal suo completamento

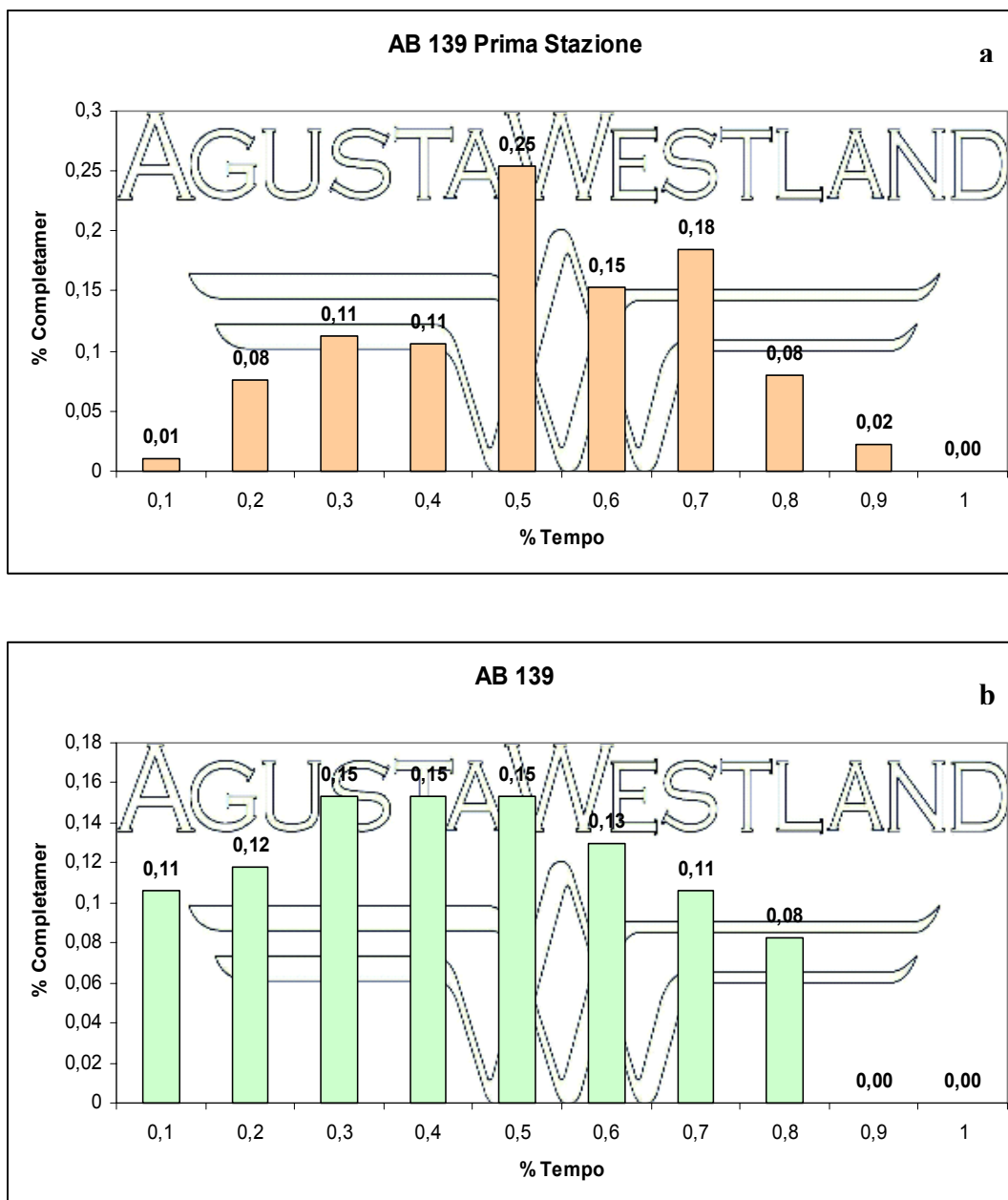


Fig. 2.4.3.Avanzamento della *Prima Stazione* nella situazione reale (a) e simulata (b)

La situazione elaborata al calcolatore presenta un andamento simile a quella reale, tuttavia, qualitativamente non si assiste alla presenza di picchi isolati come accade nel primo grafico. Ancora degno di nota è l'anticipo nella chiusura delle operazioni

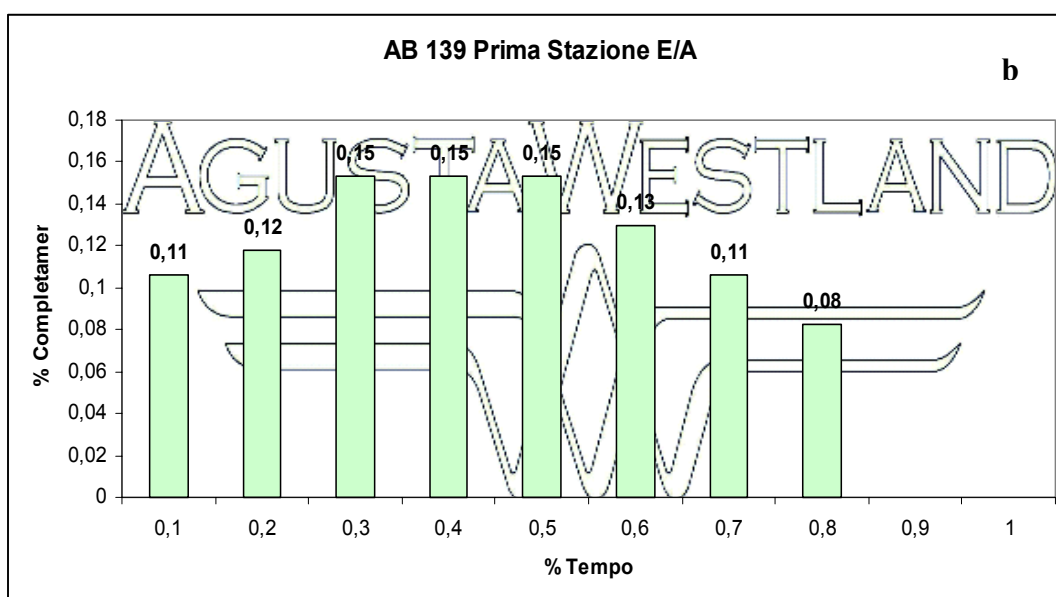
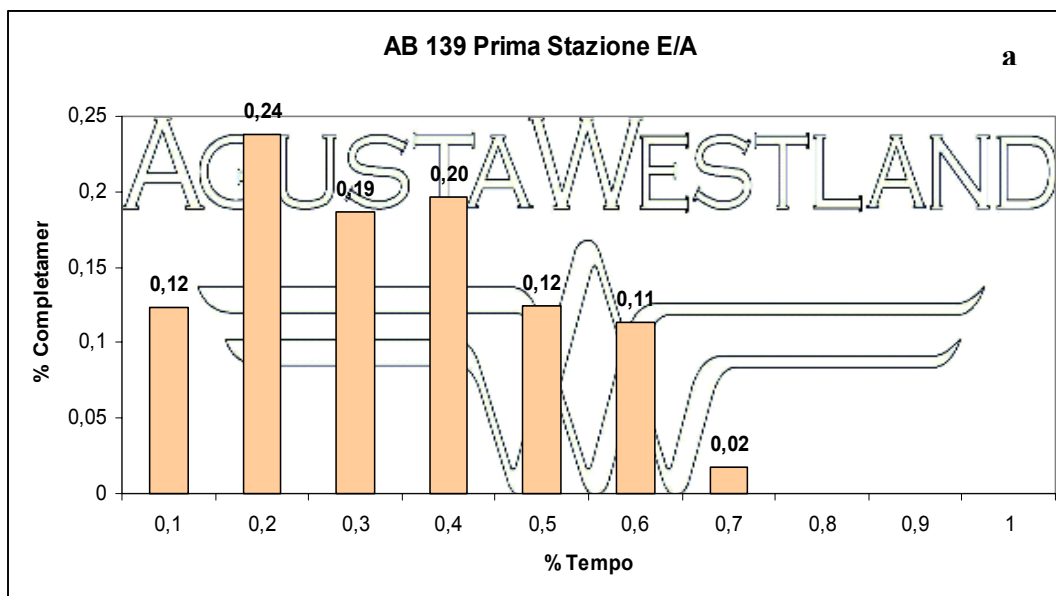


Fig. 2.4.4.Avanzamento della *Prima Stazione E/A* nella situazione reale (a) e simulata (b)

Anche in questo caso l'andamento dei due grafici è simile; nel caso reale le operazioni vengono però completate prima a causa di una distribuzione asimmetrica spostata verso sinistra. Difatti mentre nella simulazione le operazioni si concludono all' 80% nel primo grafico esse possono, di fatto, considerarsi terminate al 60%

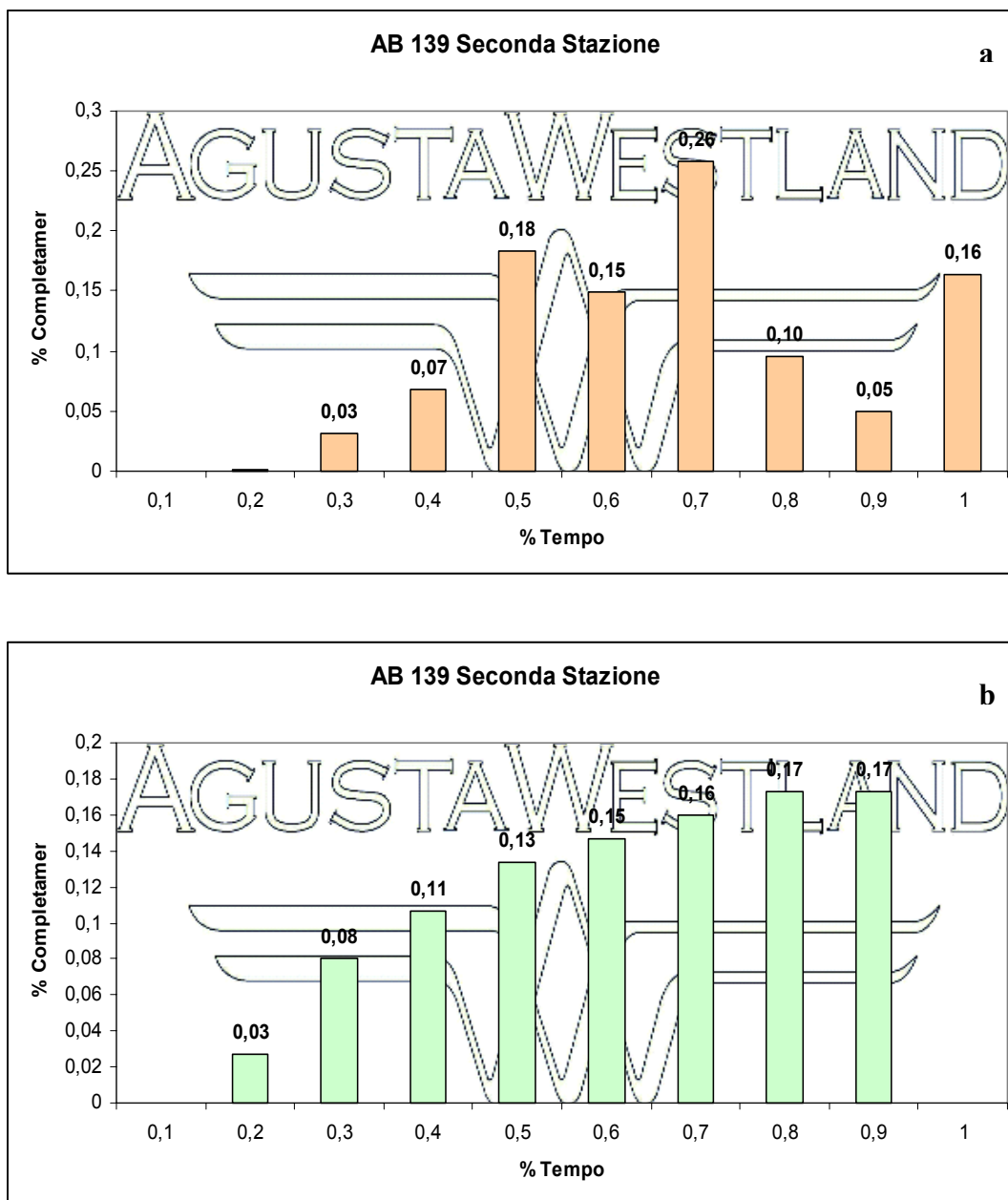


Fig. 2.4.5 Avanzamento della *Seconda Stazione* nella situazione reale (a) e simulata (b)

Confrontando i due grafici si evince che le attività, nel caso reale seguono un andamento discontinuo con il susseguirsi di alti e bassi; la simulazione mostra un andamento crescente con il termine delle operazioni intorno al 90%. Nel primo grafico invece si assiste ad un picco isolato al termine dell'elicottero

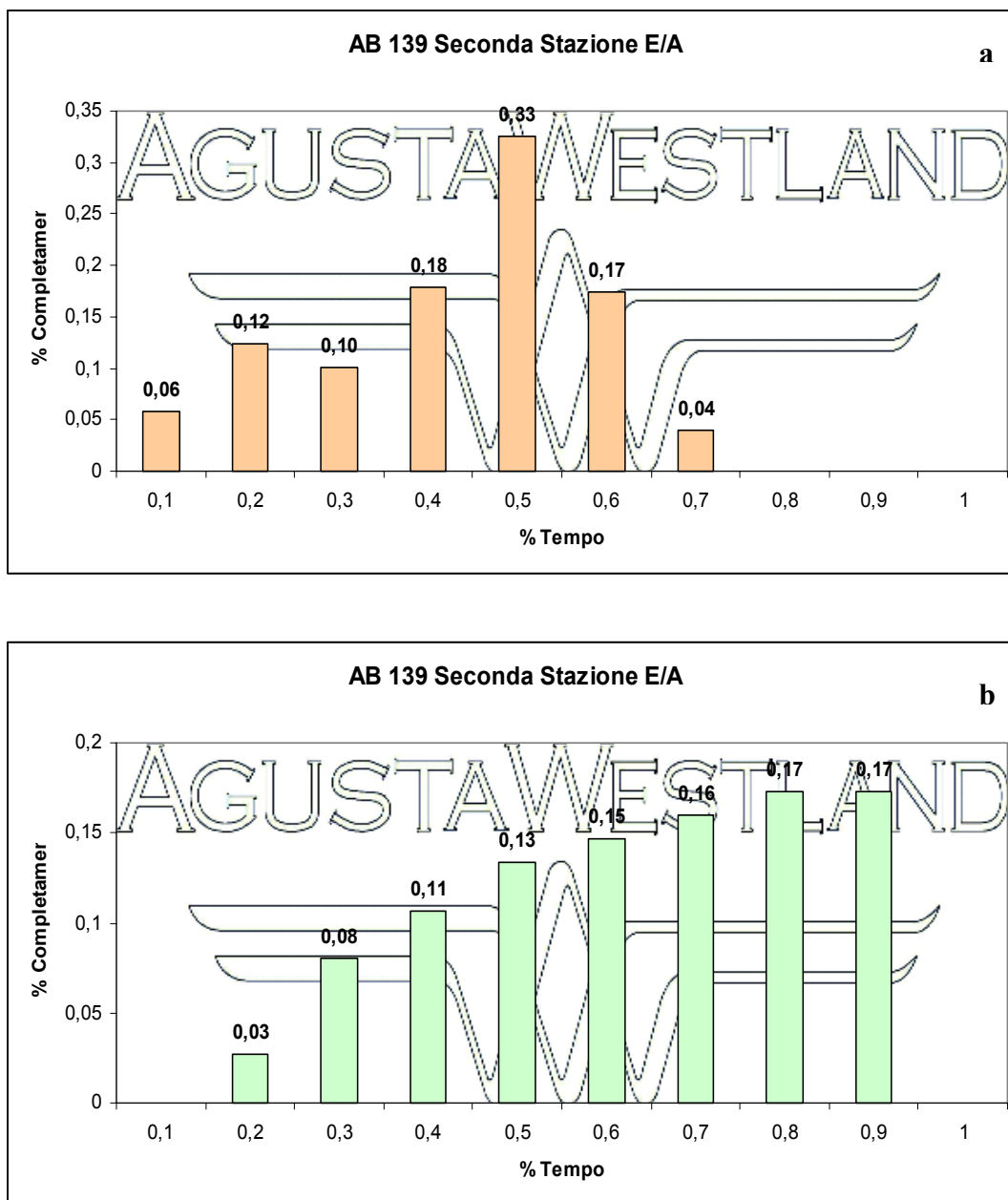


Fig. 2.4.6.Avanzamento della *Seconda Stazione E/A* nella situazione reale (a) e simulata (b)

Confrontando i due grafici si nota un andamento asimmetrico con media spostata a destra nel caso reale, mentre un andamento in continua crescita nel caso dell'elaborato al calcolatore. Inoltre nel primo grafico le attività incominciano prima tanto che al 50% la stazione può considerarsi praticamente conclusa

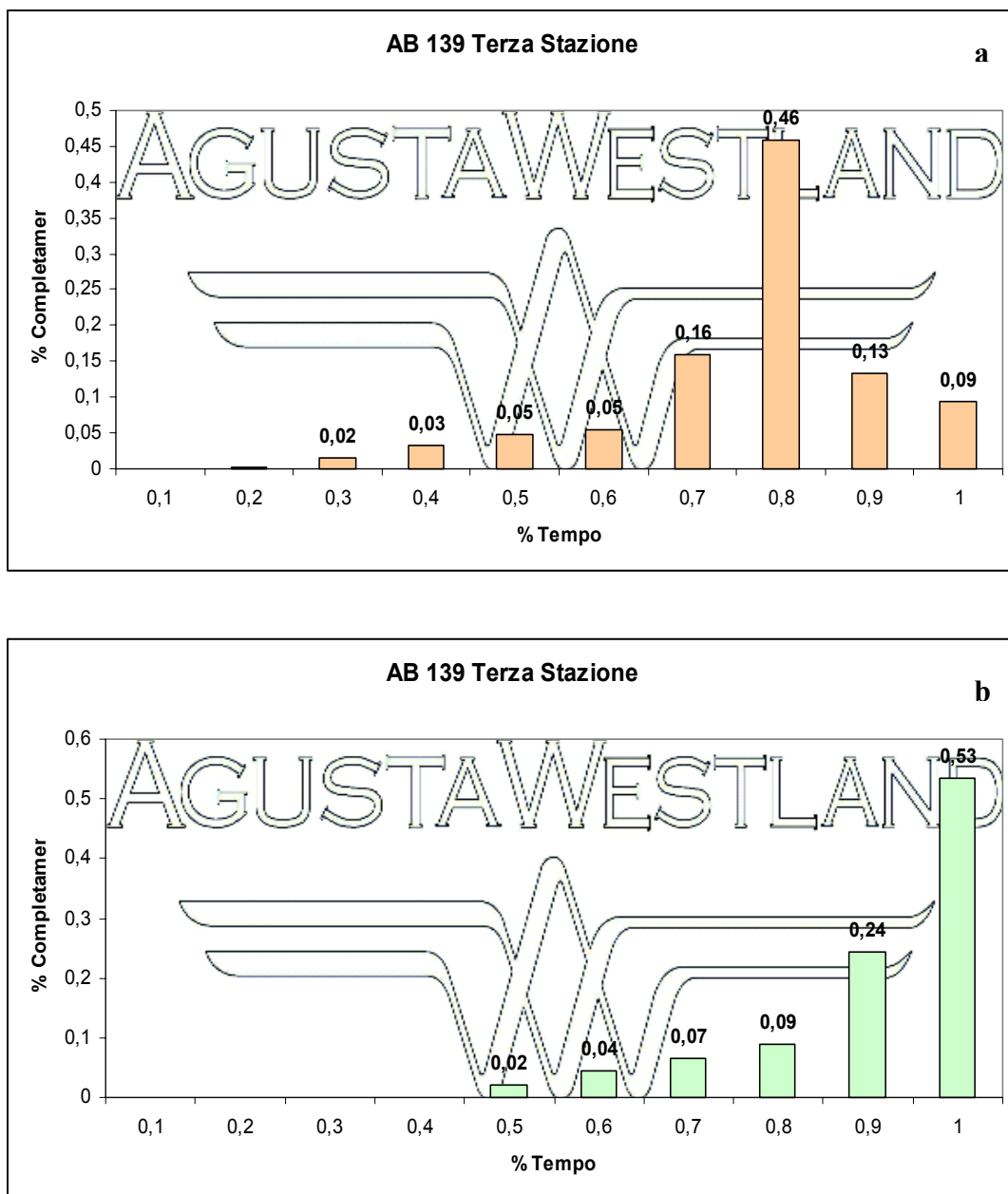


Fig. 2.4.7.Avanzamento della *Terza Stazione* nella situazione reale (a) e simulata (b)

Nel caso reale le operazioni incominciano intorno al 30% con andamento crescente fino al 80 per poi decrescere; nel caso della simulazione esse sono caratterizzate da una funzione in continua crescita con termine delle operazioni in concomitanza con la fine dell'elicottero

Linea A109

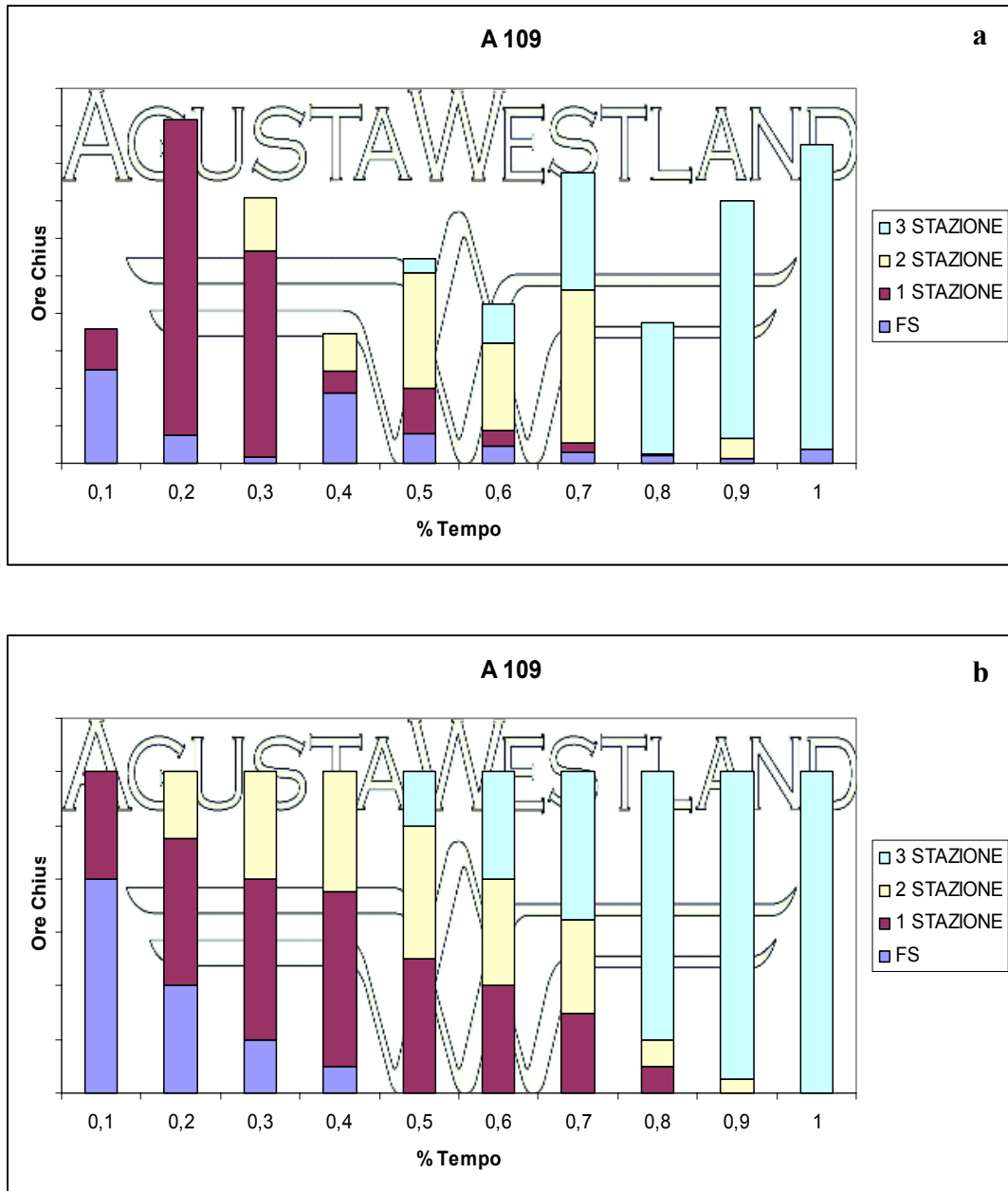


Fig. 2.4.8 Avanzamento della linea A 109 nella situazione reale (a) e simulata (b)

Il primo dei due grafici mostra come sono suddivise le operazioni lungo la linea; anche in questo caso mediamente le attività non sono centrate sulla media, mostrando un andamento discontinuo con fasi di basso ed alto carico

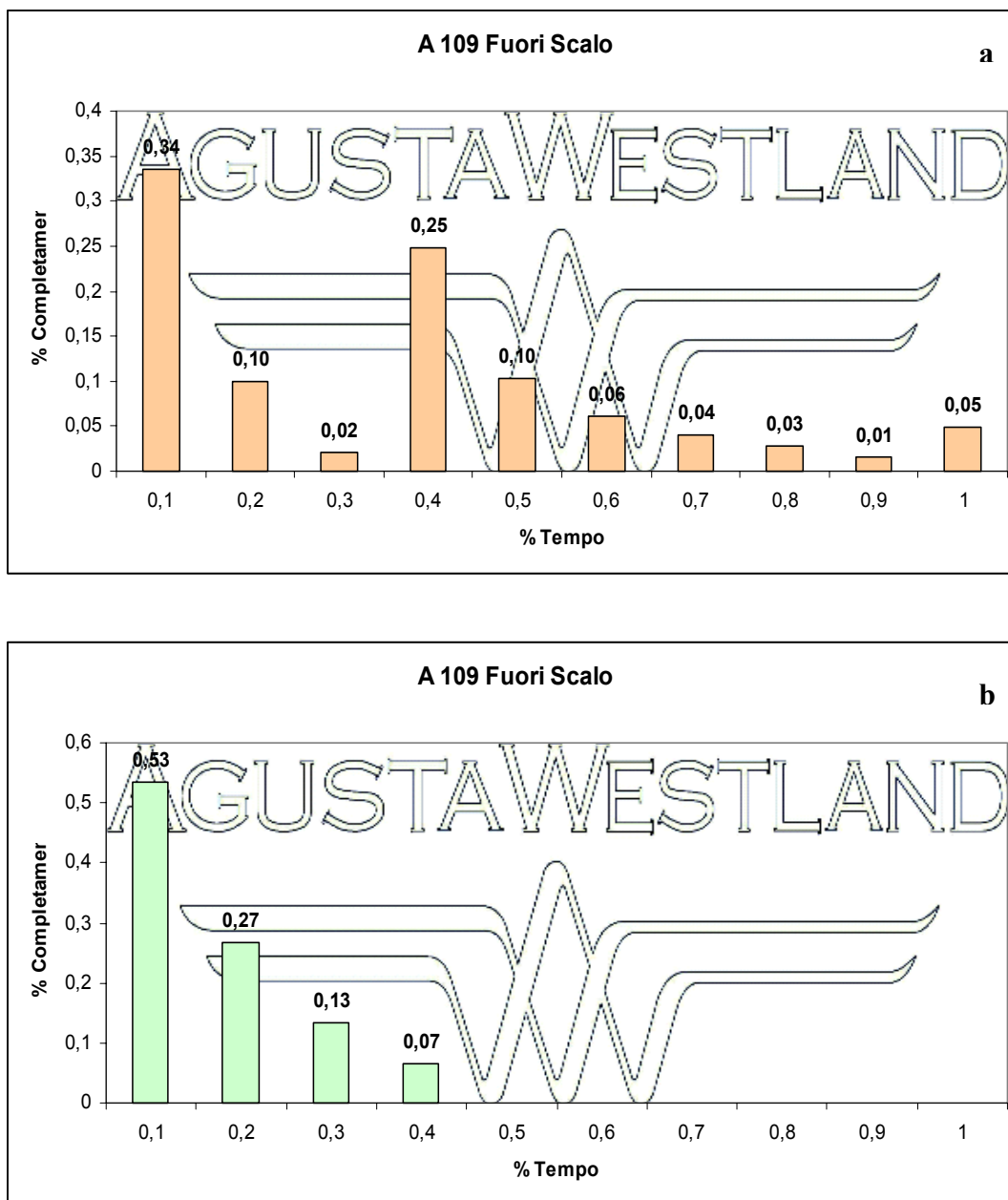


Fig. 2.4.9 Avanzamento del *Fuori Scalo* nella situazione reale (a) e simulata (b)

Nella prima immagine si notano due picchi nelle attività di *Fuori Scalo*; questa caratteristica ha come conseguenza il protrarsi di queste operazioni che, come detto, dovrebbero concludersi il prima possibile per dare spazio alle fasi successive di lavorazione

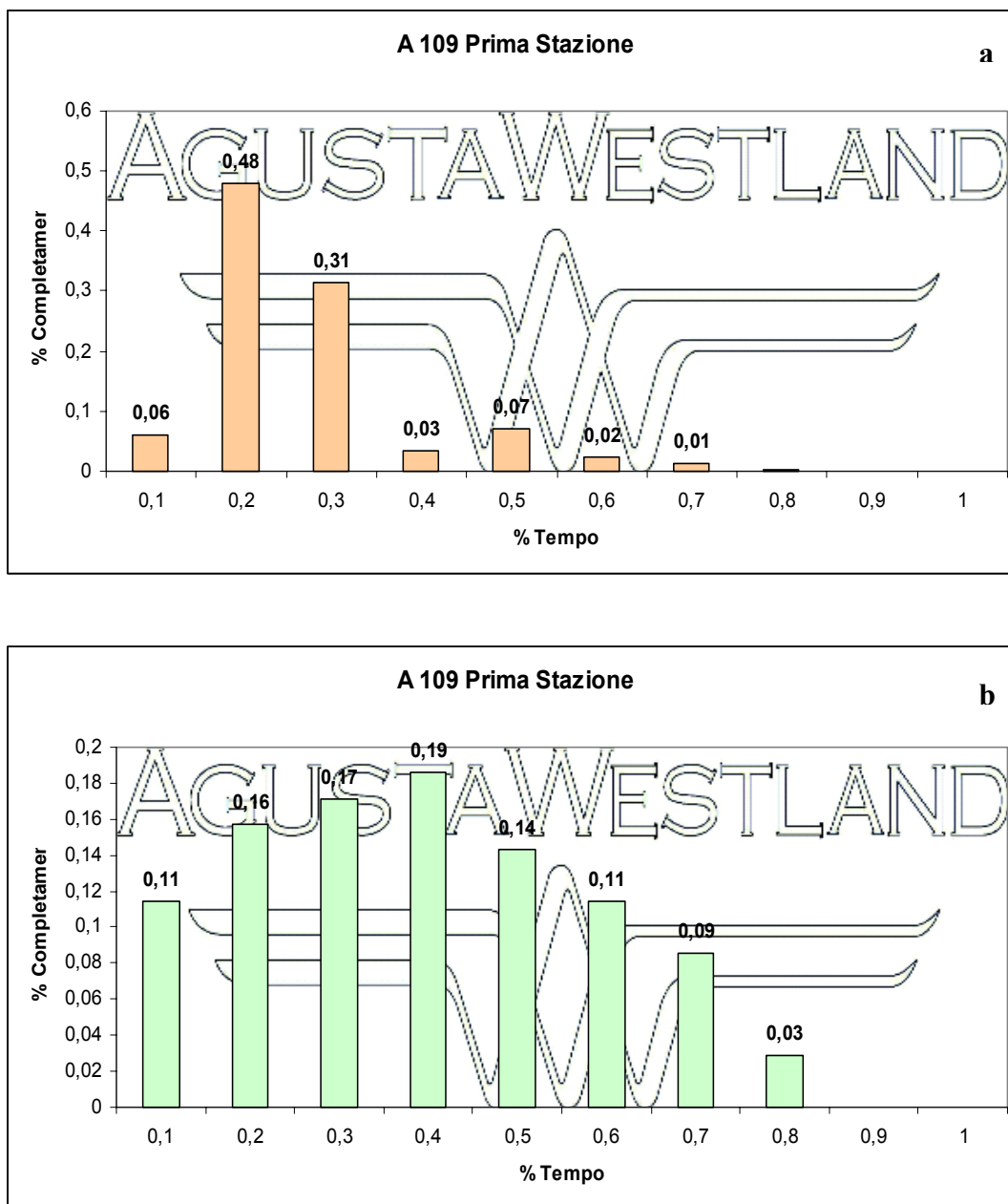


Fig. 2.4.10 Avanzamento della *Prima Stazione* nella situazione reale (a) e simulata (b)

Confrontando le due immagini appare chiaro che entrambe presentano una caratteristica asimmetrica con media a sinistra; tuttavia nel primo grafico si può notare come le attività passino quasi immediatamente al loro valore massimo per poi decrescere altrettanto velocemente. Nell'elaborato al calcolatore si assiste, invece, ad una fase di carico e scarico più graduale con l'allungarsi delle operazioni

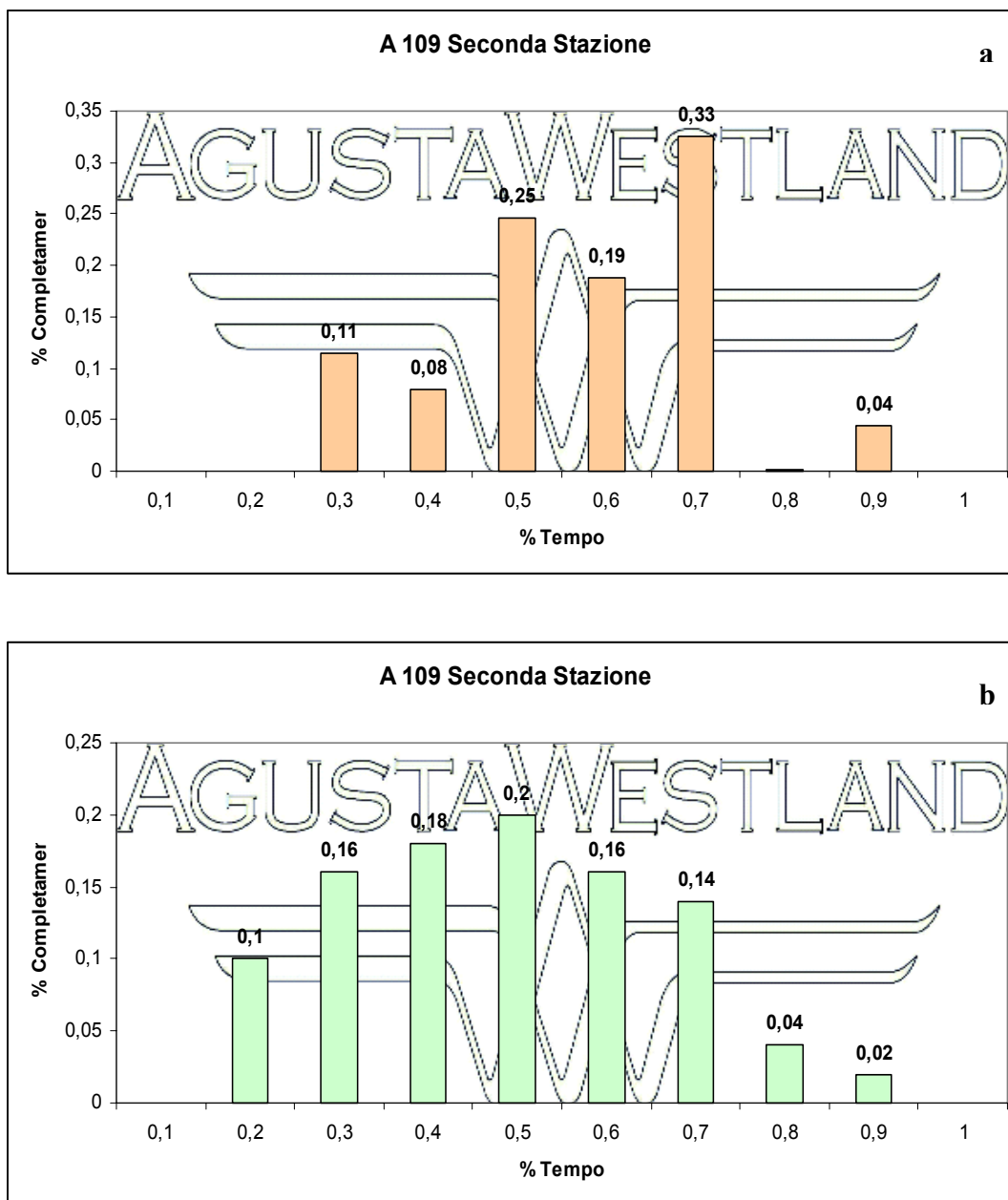


Fig. 2.4.11 Avanzamento della *Seconda Stazione* nella situazione reale (a) e simulata (b)

L'andamento dei due grafici è abbastanza simile; nella seconda immagine si può, tuttavia notare un anticipo delle operazioni che iniziano intorno al 20%, inoltre i carichi di lavoro sono più omogenei con l'assenza di picchi isolati

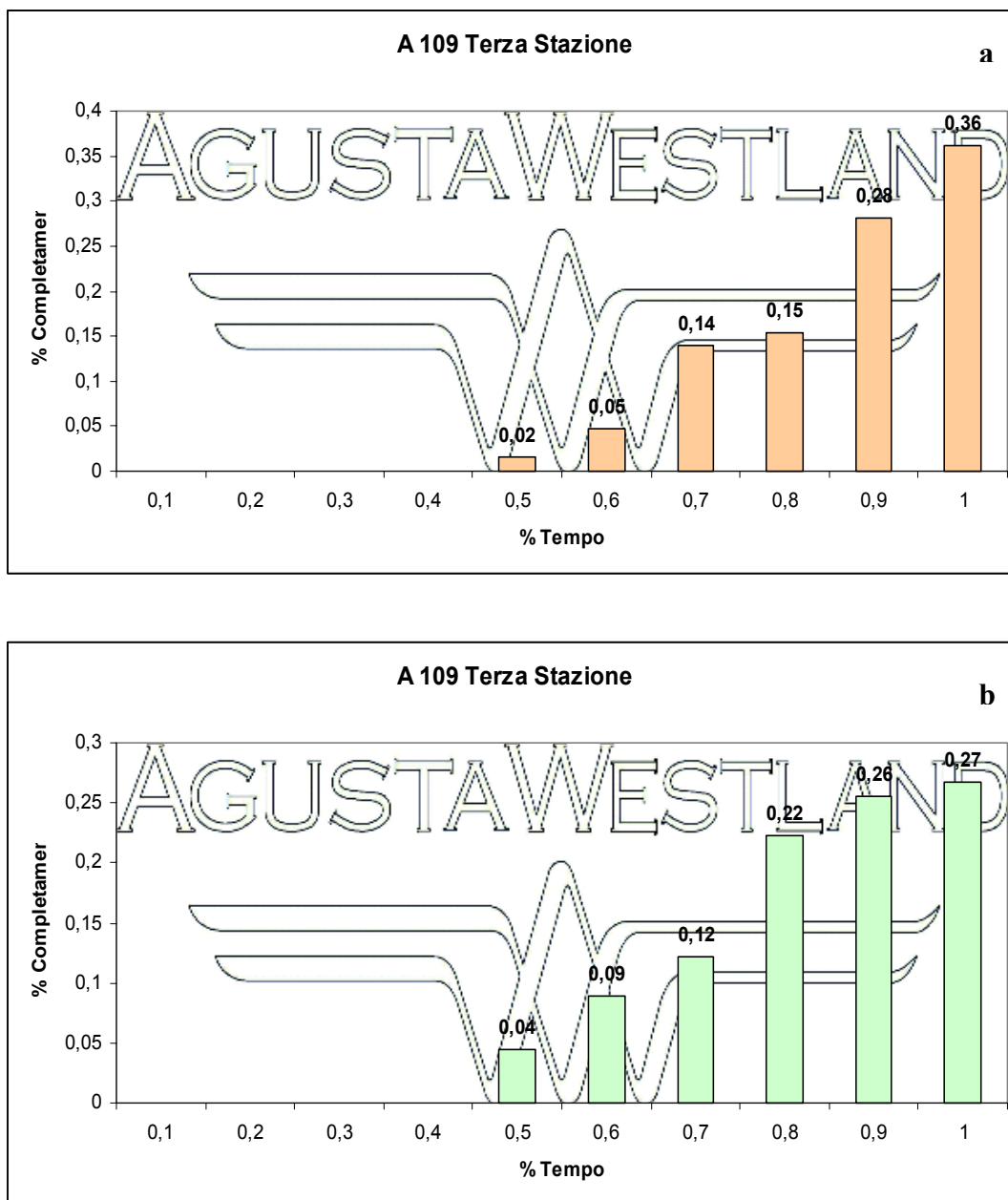


Fig. 2.4.12 Avanzamento della *Terza Stazione* nella situazione reale (a) e simulata (b)

La situazione reale e quella ottenuta per simulazione coincidono quasi perfettamente.

2.5 Strumenti di controllo del processo

Come già detto il report di avanzamento in uscita dal database aziendale, Mecapp, rappresenta un'istantanea del processo; in qualsiasi istante l'utente può sapere la situazione attuale di una macchina in termini di ore spese, stato d'avanzamento ecc. In alcuni casi può essere però d'aiuto conoscere, per un elicottero, in che modo la situazione in essere si è evoluta nel tempo, sapere, ad esempio le ore chiuse in un preciso lasso di tempo.

A questo scopo, partendo dall'output del Mecapp, è stato implementato un foglio di calcolo in grado di fornire in maniera sintetica la situazione operativa su un'intera linea in termini di attività chiuse, ore spese e stato di avanzamento.

Suddetto foglio fornisce anche una statistica per la linea, nel senso, che attraverso raffronti settimanali, riesce a stabilire per un prefissato arco di tempo il numero di ore chiuse su di essa (vd. anche Appendice 1)

Di seguito considereremo per la linea di produzione NH90 i risultati ottenuti con l'elaborazione del foglio di calcolo potendo, i risultati ottenuti, essere estesi a qualsivoglia sito produttivo.

Questo strumento si è reso molto utile per implementare azioni di recupero sul breve periodo (1 settimana), cosa che in precedenza era fattibile solo nell'arco del mese.

Inoltre, come vedremo tra poco, esso fornisce informazioni su trend, in termini di ore chiuse per arco di tempo, utili per un raffronto immediato con i dati storici.

2.5.1 Linea NH90

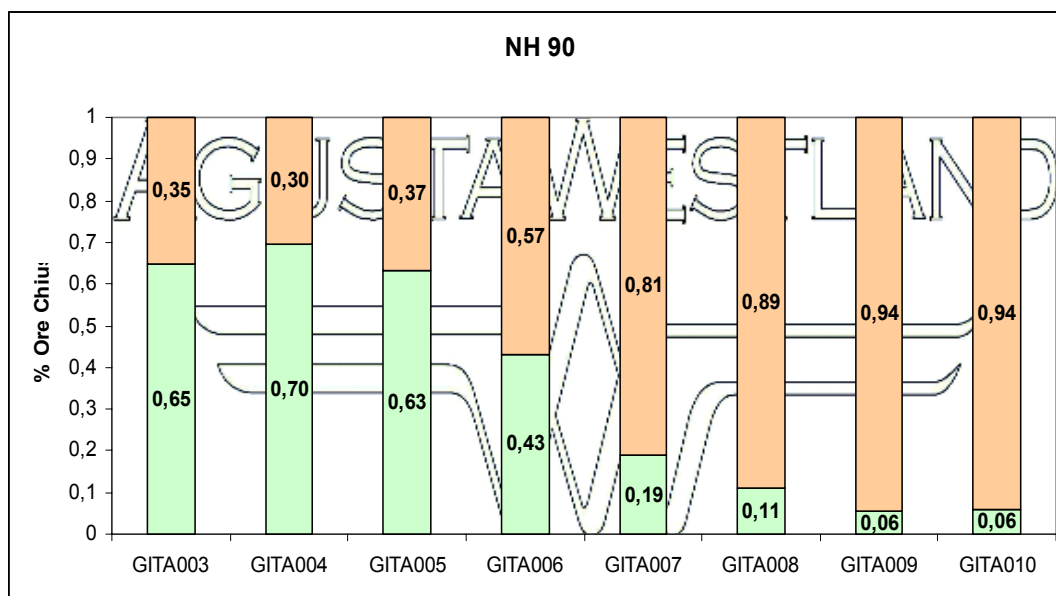


Fig. 2.5.1 Avanzamento sulla linea NH90 in termini di ore terminate (verde) e aperte (arancione)

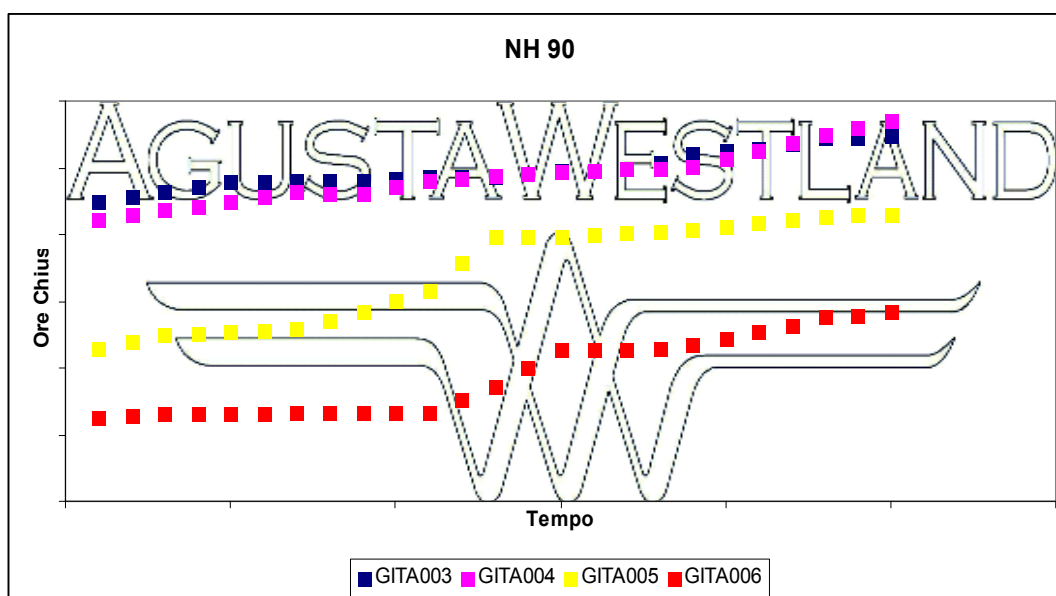


Fig. 2.5.2 Avanzamento progressivo sulla linea NH90 in termini di ore terminate

Il grafico di Fig. 2.5.1 riassume, in un preciso istante, la situazione della linea di produzione NH90. Il vantaggio nell'impiego di tale indice consiste nel vedere

raggruppati insieme la situazione di tutte le macchine in lavorazione. Infatti il file in uscita dal Mecapp fornisce allo stesso modo, un' istantanea del processo, ma valida per una sola macchina. In altre parole il management, a cui lo strumento è destinato, può immediatamente rendersi conto dello stato della linea in termini di ore completate e da completarsi e, se necessario, intervenire con azioni correttive.

In Fig 2.5.2, invece, è riportato lo stato della macchina in funzione del tempo (sono stati riportati solo quattro elicotteri per “comodità” visiva). In questo modo è possibile seguire l’evolversi delle operazioni sulla linea. Ad esempio, con riferimento alla figura si può notare, a metà circa dell’asse temporale, un rallentamento delle attività sugli NC *GITA003* e *GITA004* cui corrisponde un aumento di quelle sul *GITA005*. In altre parole, mentre il primo grafico indica lo stato delle operazioni sulla macchina, il secondo indica in che modo, nel tempo, esse sono andate delineandosi.

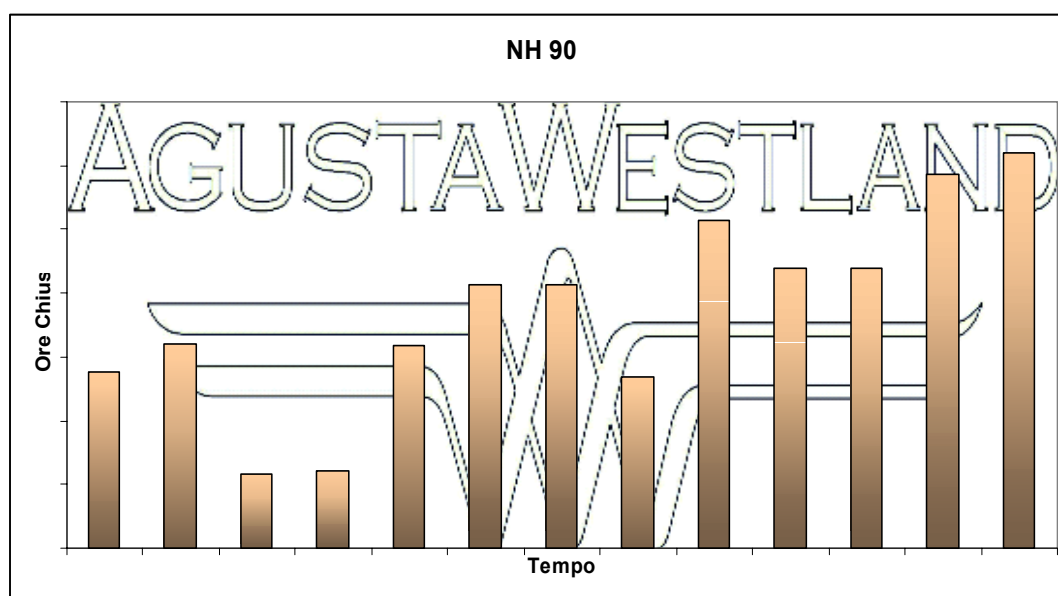


Fig. 2.5.3 Ore chiuse per unità temporale sulla linea *NH90*

La figura sovrastante mostra le ore portate a termine, nello stesso arco temporale, sull’intera linea presa in considerazione. In questo modo è facile fare raffronti nel tempo e valutare, ad esempio, l’esito di azioni correttive. Da quanto detto si può comprendere come i tre strumenti siano strettamente correlati tra loro

Nel dettaglio il foglio di calcolo prevede un'accurata descrizione (Fig. 2.5.4) per ogni elicottero in termini di: operazioni aperte, operazioni chiuse, avanzamento ore

OPERAZIONE	P/N	DESCRIZIONE	22005	22006	22007	22008	22009	22010	22011		
1 STAZIONE	10	109-0512-13-103P01	ALLESTIMENTO DISTRIBUTORE	1	1	1	1	1	0	0	
	10	109-0512-17-111P04	ALLESTIMENTO GANCIO IDRAULICO	1	1	1	1	1	0	0	
	20	109-0611-53-103P06	ALLESTIMENTO POMPA E VALVOLA	1	1	1	1	1	0	0	
	30	109-0518-65-103P11	INST. IMP. IDR. ZONA CANALINA	1	1	1	1	1	1	1	
	30	109-0714-69-103P16	INST. VENTILAZIONE NASO	1	1	0,8	1	0	0	0	
	30	109-0811-44-101P01	INST. MOTORINI TERG. PIL/COPI	1	1	1	1	1	1	0	
	30	109-2000-01-127P13	INST. COMANDI ZONA TUNNEL	1	1	1	1	1	0	0	
	40	109-0518-65-203P07	IMP. IDR. ZONA BARCA A103S	1	1	1	1	1	1	0,7	
	50	109-0614-43-101P02	NASTRATURA VANI CARBURANTE	1	1	1	1	1	1	0	
	50	109-0614-43-101P07	INST. IMPIANTO COMBUSTIBILE A10	1	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	
	50	109-0614-43-101P08	INST. IMPIANTO COMBUSTIBILE (gr)	N/A	1	1	1	1	1	0	0
	60	109-0302-12-501P02	INST. SFIATIE DRENAGGI	1	1	1	1	1	1	1	0,6
	60	109-0601-72-101P07	INST. TRAMETTIT. PRESS. OLIO SX/	1	1	1	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	60	109-0601-72-101P08	INST. TRAMETTIT. PRESS. OLIO SX/	N/A	N/A	N/A	1	1	1	1	0
	70	109-0742-52-107P01	INST. Elett. CIELO KING GRAND	1	1	1	1	1	1	1	0
	80	109-0742-52-107P02	INST. Elett. TETTO SINISTRO GR	1	1	1	1	1	1	1	0
	90	109-0742-52-107P03	INST. Elett. TETTO DESTRO GRAN	1	1	1	1	1	1	1	0
	100	109-0742-52-101P05	INST. Elett. ANT. CRUSCOTTO 10	1	1	1	1	1	1	1	0
	110	109-0742-52-107P04	INST. Elett. POSTERIORE GRAND	1	1	1	1	1	1	0,7	0
	120	109-0742-52-107P05	INST. Elett. NASO GRAND	1	1	1	1	1	1	1	0
	130	109-0742-73-103P01	INST. Elett. ALTERNATA GRAND	1	1	1	1	1	1	1	0
	140	109-0772-25-165P01	INST. RADIO ANT. CRUSC. KING E	1	1	1	1	1	1	1	0
	150	109-0772-25-101P04	INST. RADIO Elett. SEDILI KING	1	1	1	1	1	1	0,3	0
	160	109-0772-25-165P02	INST. RADIO CIELO KING EFIS GR	1	1	1	1	1	1	0,4	0
	170	109-0772-25-165P03	INST. RADIO NASO KING EFIS GRA	1	1	1	1	1	1	1	0
	180	109-0772-25-165P04	INST. RADIO PASSEGGERI GRAND	1	1	1	1	1	1	0,5	0
	190	109-0772-25-101P07	INST. RADIO POSTERIORE KING 10	1	1	1	1	1	1	0,1	0
	200	109-0742-52-107P06	INST. PLEX PANN. MOTORI GRAND	1	1	1	1	1	0	1	0
	200	109-0771-88-101P07	PREDISPOSIZIONE RADIO TETTO	1	1	1	1	1	1	1	0
	200	109-0772-25-101P08	INST. PLEX PROT. KING EFIS 109	1	1	1	1	1	1	1	0
OPERAZIONI APERTE			0	0	1	0	2	11	27		
OPERAZIONI CHIUSE			28	28	27	28	26	17	1		
OPERAZIONI TOTALI			28	28	28	28	28	28	28		
AV%DOC			100,0%	100,0%	96,4%	100,0%	92,9%	60,7%	3,6%		
AV%ORE			100,0%	100,0%	99,7%	100,0%	98,5%	67,2%	7,3%		

Fig. 2.5.4 Quadro riassuntivo per la Prima Stazione della linea A 109 Grand

Come si vede dalla figura, l'immagine rappresenta in dettaglio la situazione della *Prima Stazione* sulla linea *A109 Grand*.

Accanto al part number dell'operazione e la relativa descrizione, compare lo stato dell'attività; il valore "1" indica che l'operazione è completata e automaticamente il valore viene riportato in verde, valori di avanzamento inferiori sono evidenziati dalla colorazione in chiaro che indica che l'operazione in questione è ancora in lavorazione. Segue, in calce alla tabella, un quadro riassuntivo della stazione con il numero di attività aperte per elicottero, operazioni chiuse, avanzamento percentuale in ore (*AV% ORE*) e avanzamento percentuale "a documento" (*AV%DOC*).

AV% ORE è il rapporto tra le ore effettivamente chiuse e la somma dei tempi assegnati per stazione, *AV%DOC* rappresenta, invece, il rapporto tra le operazioni chiuse e la somma delle attività presenti all'interno della stazione

L'ultimo in particolare si presta bene ad un'analisi statistica; infatti il teorema del limite centrale assicura che per un numero sufficiente di osservazioni le ore chiuse all'interno del riferimento temporale si disporranno secondo una distribuzione normale. Una volta che management abbia stabilito gli scostamenti inferiori e superiori permessi; il grafico di *fig. 2.5.3* può divenire uno strumento statistico per l'analisi dello stato del processo.

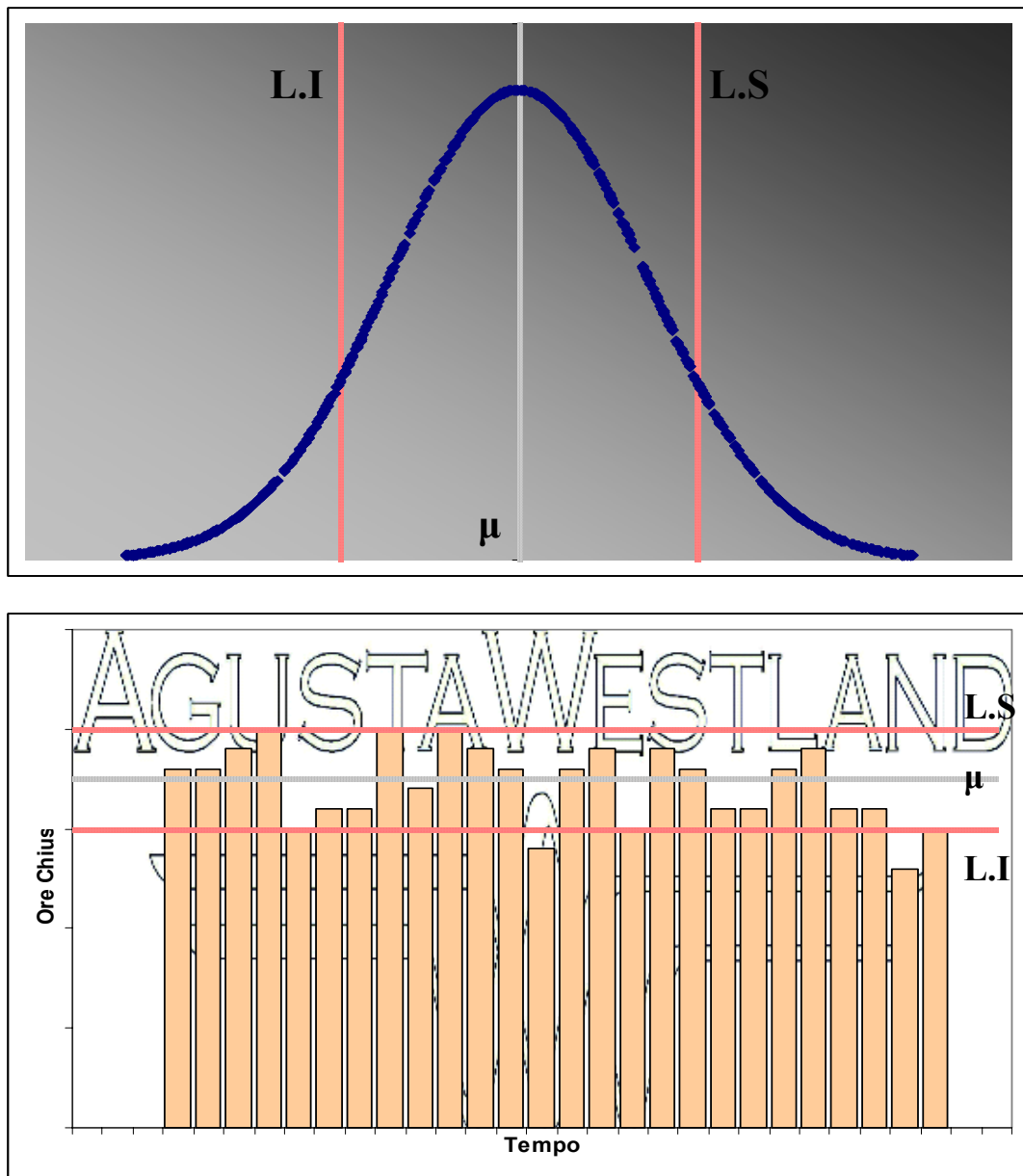


Fig. 2.5.4 Analisi statistica del processo

Pagina lasciata intenzionalmente bianca

Appendice A.

Impostazione del foglio di calcolo

Le operazioni da effettuare in una stazione, lo stato di avanzamento, il centro di lavorazione ed altre informazioni sono gestite, in Agusta, da un software aziendale, il Mecapp, che fornisce in output un file di tipo *.pdf* (fig.1)

Oper	P/N	Descrizione	Rev	Rev	Stato	P.d.L.	Tempo	Perc.	Ore
			Av	Master			Decorso		Spese
110	5670A0000001920	INST. EQUIP. COM. DI VOLO NONN	0	0	L	74800000	22,00	0,0%	0,00
120	5533M0220001920	INSTAL. DOOR AND PANELS NONN	0	0	L	74800000	2,50	0,0%	0,00
130	5637M0220001920	DRAIN LINES INST. FRAME 7 -NONN	3	3	T	74800000	7,04	100,0%	7,04
134	8252M0234001920	CONCESSIONE CANALINE CEILING	0	0	T	74800000	2,71	100,0%	2,71
135	5252M0234001920	INST. STRUCT. SUPPORT CEILING	3	3	O	74800000	19,86	100,0%	19,86
136	5254M0200001920	INST. EQUIP. CARBURANTE (1°PASE)	1	1	L	74800000	7,00	30,0%	2,10
137	8281M0211001920	INST. COVER SEKS. 1-7 NONN	0	0	L	74800000	16,00	60,0%	9,60
140	5862M0111001921	SUP ELT SUB FLOOR	2	3	Q	74800000	40,00	100,0%	40,00
150	5862M0220001921	SUP ELT CANON & RADAR	1	1	L	74800000	100,00	90,0%	90,00
160	5631A02020000920	INST. STRUCT. COMPL. MAIN -NONN	0	0	Q	74800000	30,13	100,0%	30,13
180	8531A02000004720	CONG. ADDITIONAL RAY -NONN	0	0	T	74800000	1,30	100,0%	1,30
190	531A1A0000001921	INST. INVIANTO PILOT -NONN	0	0	L	74800000	14,88	50,0%	7,44
200	5215A0140001920	INST. SUPP. ECS FRONT E CENTRAL	1	1	L	74800000	19,00	78,0%	14,25
210	5215A011001920	INST. CONDOTTI ECS COCKPIT NONN	0	0	L	74800000	6,00	20,0%	1,20
215	5050A02140001912	SUPP. SUPPORTO ECS UPPER DECK	0	0	L	74800000	2,00	0,0%	0,00
220	5212A015001920	INST. ORIGINE VENT. MAIN NONN	1	1	L	74800000	1,00	0,0%	0,00
230	5210A00000001920	ECS INSTALLATION (JAZ) NONN	1	1	L	74800000	20,00	20,0%	4,00
240	5521P001001920	INST. OASIS DOOR RAILS -NONN	2	2	T	74800000	6,90	100,0%	6,90
245	5212A011000491	BOMBING STUDS NAN VENTILATION	0	0	Q	74800000	4,00	100,0%	4,00
250	5861A0101004921	SUP ELT FRONT FUSELAGE	1	1	L	74790000	96,05	70,0%	67,24
260	8349M00000001920	MARKER ANTENNA CONSOLE -NONN	0	0	Q	74800000	1,50	100,0%	1,50
270	8512A02000001920	PREP. STRUCT. CHIUSSURA X 4800	0	0	L	74800000	13,10	0,0%	0,00
280	5050A02120001920	RETROFIT SUPPORT DISTR. COCKPIT	0	0	Q	74800000	1,00	100,0%	1,00
290	8866A01010071921	INSTALLAZIONE BRACKET UPPER DE	2	2	L	74790000	30,00	70,0%	21,00
300	5710A02000001920	INSTALLAZIONE FUSOLAGGIO NONN	1	1	Q	74800000	4,00	100,0%	4,00
310	8862A02121000921	CARL SUB FLOOR NONN	3	4	T	74790000	28,50	100,0%	28,50
390	829100112001920	HYD. LINES REAR FUSELAGE NONN	4	4	Q	74800000	4,01	100,0%	4,01
470	5262M00000001922	INST. LINES SERBATOI (1°PASE)	0	0	L	74800000	40,00	50,0%	20,00
480	8251M0200001920	PREDISP. STRUCT. INST. 3rd SED	0	0	L	74800000	4,00	0,0%	0,00
560	5212A01100491	INSTALLAZIONE NAN VENTILATION	0	0	L	74800000	3,50	60,0%	2,10
575	5050A02175001921	RETROFIT LOWER FLOOR AERY DI-A	0	0	L	74800000	2,00	0,0%	0,00
680	5531A02020000920	MAIN AIRTICKERSS COMPLEMENT -N	0	0	L	74800000	8,00	0,0%	0,00
710	8937002000001920	RADAR RAY SUPPORT INST. -NONN	0	0	L	74800000	1,90	70,0%	1,33

Fig.1. Output del database aziendale Mecapp

Nella prima colonna sono presenti, in ordine crescente, i numeri identificativi delle operazioni; è importante precisare che non esiste corrispondenza biunivoca tra numero e operazione, in altre parole lo stesso numero può identificare, su elicotteri diversi, operazioni diverse.

La seconda colonna è occupata dai part number (p/n) che identificano univocamente un'operazione, un assieme o un particolare. Segue, nella terza colonna, una breve descrizione dell'operazione. Le colonne quattro e cinque indicano l'esponente dell'operazione, ossia il numero di modifiche ad essa apportate. La sesta indica lo stato dell'operazione e cioè se questa è in lavorazione (L), è terminata (T) oppure se è stata accettata dall'operatore addetto al controllo (Q). Lo spazio successivo è destinato al centro di lavorazione (P.d.L.). La colonna otto indica il tempo assegnato (TA) dall'ingegneria di produzione al completamento della scheda cui si riferisce

Seguono le percentuali di avanzamento e le ore spese: le prime indicano, in termini percentuali, il completamento delle operazioni, le seconde rappresentano il prodotto tra il tempo assegnato e la percentuale di avanzamento.

Nel formato attuale risultava pertanto impossibile avere una visione schematica di un'intera linea produttiva da momento che ogni documento in uscita dal Mecapp riassume l'andamento di una singola stazione o, al massimo, di una sola macchina.

Per questo motivo l'output necessita di un'elaborazione mediante un foglio di calcolo Excel opportunamente progettato; si vuole inoltre che tale operazione sia bsufficientemente rapida e automatizzata. La figura 2 mostra l'aspetto del file .pdf importato nel foglio di calcolo.

Fig.2

Come è facile osservare, la formattazione di partenza non viene rispettata dal momento che ogni separatore all'interno del file sorgente genera un campo rendendo illeggibile il

contenuto di partenza. Tuttavia se opportunamente architettato il foglio di calcolo è in grado di “leggere” le informazioni necessarie per l’elaborazione.

Infatti se si guarda con attenzione il foglio di calcolo si può notare che, a parte il campo “descrizione”, tutti i campi del file sorgente occupano una sola casella; in altre parole la differenza di lunghezza tra le varie righe nel foglio Excel è d attribuirsi soltanto al suddetto campo

Dopo questa precisazione vediamo come è stato possibile estrarre le informazioni utili. Allo scopo andiamo ad esaminare colonna per colonna il contenuto del foglio di calcolo.

La figura 3 mostra come appare l’area di lavoro una volta importato in ambiente Excel il report di avanzamento.

The screenshot shows a Microsoft Excel window titled "Microsoft Excel - NH90_RIEPILOGO_AUTOMATICO_8NOVEMBRE". The formula bar displays the formula: `=SE(M1<>'',CONTA.VALORI(M1:AZ1),'')`. The spreadsheet contains a large table with columns labeled A through M. The data includes various codes (e.g., S000N00009, S000A00009), descriptions (e.g., ELICOTTERO, STAZIONE, PACCIO), and numerical values. The table is organized into sections, with some rows highlighted in green. The status bar at the bottom indicates "Pronto" and "NUM".

Fig.3. Area di lavoro in ambiente Excel

Dopo aver immesso il contenuto del file .pdf nella casella M1 (evidenziata in rosso per facilitarne il riconoscimento) andiamo a vedere cosa accade colonna per colonna.

La colonna A contiene la formula:

$$SE(MI<>"";CONTA. VALORI (MI : AZI) ; "") \quad (1)$$

Valori diversi nella colonna A indicano un numero diverso di caselle occupate per la descrizione delle operazioni. Con riferimento a Fig. 4, prendiamo in considerazione i valori che appaiono nelle caselle A9 e A10: nella prima cella incontriamo il valore 14, nella seconda il valore 12. Stando a quanto detto in precedenza le rispettive descrizioni dovranno differire per due parole o blocchi¹ di parole. Infatti se andiamo a ricostruire quanto riportato nella parte destra del foglio di calcolo (in bianco) incontriamo per le rispettive descrizioni i termini: “rimozione modulo rear da contenitore” e “posizionam.moduli nfh italian”. La prima descrizione è costituita da 5 parole, la seconda da 3.

	A	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD
1	6	Assieme	Elicottero	Descrizione	Assieme	Elicottero	NIC												
2	5	S000N00090	ITALIAN	NAVY	HELICOPT	HITN001													
3	3	Stazione	Descrizione	Stazione															
4	4	S000N00090	SPLICE	"HITN"	VERSION														
5	10	Oper	P/N	Descrizione	Rev	Rev	Stato	P.d.L	Tempo	Pero.	Ore								
6	6	Pacco	Pacco	Av	Master	Pacco	Spese												
7	14		10	S531A00020	FRONT	DA	CONT	0	0	Q	748MONST	6	100,00%	6					
8	16		20	S531M0003	CENTRE	DA	CON	0	0	Q	748MONST	6	100,00%	6					
9	14		20	S531M00420	REAR	DA	CONTE	1	1	Q	748MONST	16	100,00%	16					
10	12		40	S530N0009	POSIZION	NFH	ITALIAN	0	0	Q	748MONST	27	100,00%	27					
11	12		50	S531A10410	SPLICE	FORWARD	HITN	0	0	Q	748MONST	60,22	100,00%	60,22					
12	14		60	S535M0070	SPLICE	FORWARD	HITN	0	0	Q	748MONST	50	100,00%	50					

Fig.4.

Le colonne B e C la cui sintassi è

$$SE(AI<>"";MI;"") \quad (2)$$

$$SE(AI<>"";NI;""), \quad (3)$$

sono un richiamo alle prime due colonne della parte destra del foglio di calcolo e rappresentano, nell'ordine, il numero progressivo dell'operazione ed il suo part number.

¹ Indicheremo con questo termine l'insieme di due o più parole unite da un qualsiasi segno di punteggiatura

La colonna D contiene i tempi assegnati e la sua sintassi è:

SCARTO(M1;0;A1-3) (4)

La funzione *SCARTO* sposta il sistema di riferimento nella nuova posizione coincidente con la cella *M1* (primo valore della funzione) e copia il valore che si trova dopo *A1-3* celle (in questo caso, $A1 \equiv 6-3=3$). In altri termini la funzione richiama la terzultima colonna del foglio *.pdf*.

Le colonne E, F e G, contengono, nell'ordine, il richiamo alla penultima, ultima e quartultima colonna del file sorgente dove sono annoverate rispettivamente le percentuali di avanzamento, le ore spese e i centri di lavorazione.

La colonna H, invece, rappresenta un "indicatore" di stazione nel senso che le sue celle servono ad indicare la riga di inizio e fine stazione. Per poter comprendere appieno quanto detto facciamo riferimento a *Figura 5*.

Adobe Acrobat [ReportAvanz_NORHEGIA1.pdf]

File Modifica Documento Strumenti Vista Finestra ?

99% - [] [

Fig.5. Rappresentazione di una stazione di lavorazione in formato *.pdf*

Come è possibile vedere ogni stazione termina con un quadro riassuntivo dove sono rappresentate le ore spese raggruppate per centro di lavorazione: detto quadro è racchiuso all'interno di due linee. Se fosse possibile rilevare nel foglio di calcolo la posizione della seconda linea saremmo sicuri di poter identificare univocamente l'inizio

e la fine delle varie stazioni. Ritorniamo al foglio di calcolo e precisamente alla colonna A; abbiamo detto che in essa sono riportate, riga per riga, il numero di celle non vuote occupate dal file sorgente importato in *Excel*. Se scorriamo la colonna notiamo che ogni volta che nella colonna compare il valore 1 nella parte destra del foglio di calcolo è presente una linea e questa relazione è biunivoca. Dopo questa premessa vediamo come è possibile identificare univocamente la posizione delle varie stazioni all'interno del foglio del calcolo. Con riferimento a *Fig.3*, analizziamo il contenuto delle celle *H1-H5*. Nel primo campo dell'intervallo troviamo il valore 1 dal momento che la stazione inizia alla prima riga. In *H2* troviamo la formula:

$$\text{CONFRONTA}(1; \text{INDIRETTO}("A"&H1):A\$1000;0) \quad (5)$$

Questa sintassi fornisce in uscita la posizione del primo 1 nell'intervallo *A1-A1000*. Il primo valore della formula indica il valore da ricercare, il secondo argomento rappresenta l'intervallo in cui effettuare la ricerca, il terzo è un valore di default impostato dal programma. Nell'intervallo compare la formula *INDIRETTO*; con essa si riesce a trasformare una stringa di testo in un valore numerico, in altre parole la sintassi *INDIRETTO("A"&H1)* fornisce come output alla cella *A1* dal momento che in *H1* è presente il valore numerico 1. In *H3* viene eseguita la somma delle prime due caselle e fornisce in uscita quindi il valore della riga che contiene il primo 1. Facendo ancora riferimento a *Fig.3*, nella cella *H3* troviamo il valore 18; ciò significa che la prima linea di separazione si trova alla riga 17 come è facile verificare. Passando alla cella *H4* troviamo la formula:

$$\text{CONFRONTA}(1;\text{INDIRETTO}("A"&H3):A\$1000;0) \quad (6)$$

Secondo quanto appena detto con questa istruzione viene identificata la posizione del primo 1 all'interno dell'intervallo *A18-A1000*. Sommando il valore così ottenuto al contenuto della cella *H3* si ottiene la posizione del secondo 1 e quindi della linea che chiude la stazione. Ancora con riferimento a *fig.5* nella cella *H5* si legge il valore 21 che indica la riga del foglio di calcolo alla quale termina la stazione che stiamo considerando. Secondo questa routine sono necessarie cinque caselle per poter

individuare inizio e fine di una qualsiasi stazione; ovviamente la prima riga dell'intervallo indica l'inizio, mentre l'ultima, la fine della stazione. In questo modo nella cella *H6* si leggerà la riga di inizio della stazione successiva, in *H10* l'ultima riga della stessa stazione.

La colonna *J* contiene la formula:

SE(E(K1>\$H\$1;K1<\$H\$5);CERCA.VERT(C1;SPLICE!\$C\$1:\$E\$500;3;FALSO);SE(E(K1>\$H\$5;K1<\$H\$10);CERCA.VERT(C1;'FUORI SC'!\$C\$1:\$E\$500;3;FALSO) ;SE(E(K1>\$H\$10;K1<\$H\$15);CERCA.VERT(C1;'1STAZ'!\$C\$1:\$E\$500;3;FALSO);SE(E(K1>\$H\$15;K1<\$H\$20);CERCA.VERT(C1;'2STAZ'!\$C\$1:\$E\$499;3;FALSO);SE(E(K1>\$H\$20;K1<\$H\$25);CERCA.VERT(C1;'3STAZ'!\$C\$1:\$E\$500;3;FALSO);SE(E(K1>\$H\$25;K1<\$H\$30);CERCA.VERT(C1;ATP!\$C\$1:\$E\$500;3;FALSO);SE(E(K1>\$H\$45;K1<\$H\$50);CERCA.VERT(C1;RETROFIT!\$C\$1:\$E\$500;3;FALSO);"")))))) (7)

La funzione *CERCA.VERT* lavora su matrici e fornisce in uscita il valore della colonna indicato nel terzo argomento della funzione. Analizziamo in dettaglio quanto detto. La prima istanza *SE* dirige la ricerca verso la prima stazione e cioè verso le righe comprese tra *H1* (riga 1) e *H5* (riga 21).

Il valore da ricercare è il primo argomento della funzione (*C1*) e cioè il part number dell'operazione. In altre parole se il valore che si legge nella colonna *K* è compreso tra le righe 1 e 21 allora viene ricercato il valore *C1* nella matrice *C1:E500* presente nel foglio denominato *SPLICE* e viene restituito il valore che si legge nella terza colonna (Fig.6). Se all'interno della matrice di ricerca il valore della cella *C1* non è presente la 7 restituisce il valore *#N/D*.

La colonna *L* fornisce un indicatore “*” al verificarsi della formula:

SE(E(VAL.NUMERO(B1)=VERO;VAL.NON.DISP(J1)=VERO;A1<>4;O(K1<=\$H\$30;E(K1>=\$H\$46;K1<=\$H\$50))));"";"* (8)

Fig.6. In rosso è cerchiato il valore in uscita della funzione *CERCA.VERT*

- *#N/D* nella colonna *J* indica che il part number allocato nella cella *C1* non è presente nella matrice *C1:E500* del foglio di lavoro denominato *SPLICE*
- la colonna *A* conta le caselle “piene” comprese tra le colonne *M* e *AZ*; un conteggio pari a 4 si riferisce all’ultima riga del foglio *Acrobat* contenente nell’ordine data, ora, codice della stazione e numero di pagina
- soltanto le righe che contengono nella colonna *B* un valore numerico fanno riferimento ad operazioni
- se consideriamo nel foglio di calcolo le righe comprese tra *H31* e *H45* (cui corrisponde l’intervallo compreso tra le righe 409-466) notiamo che esse contengono le operazioni relative alle stazioni di linea volo e verniciatura che non sono di interesse per questo lavoro

La 7 e la 8 hanno lo scopo di richiamare la formattazione condizionale di *fig.7*. Grazie ad essa è possibile individuare immediatamente l'ingresso di nuove operazioni e le variazioni nei tempi assegnati che, specie per le linee più recenti, sono assai ricorrenti. Come si vede la presenza di una nuova operazione viene richiamata dalla colorazione in rosso, mentre una modifica ai tempi dei pacchi genera una riga di colore rosa

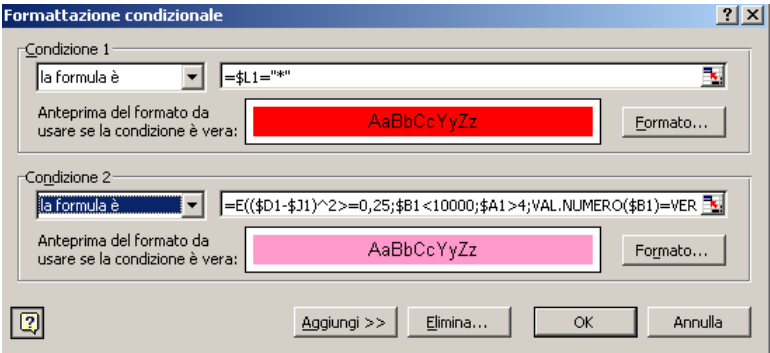


Fig.7. Utilizzo della formattazione condizionale per il rilevamento di nuove operazioni

La seconda condizione si basa sull'istanza:

$$E((\$D1-\$J1)^2 \geq 0,25; \$B1 < 10000; \$A1 > 4; VAL.NUMERO(\$B1) = VERO) \quad (9).$$

Il quadrato della differenza permette di rilevare sia aumenti che diminuzioni dei tempi. *Fig.8* mostra cosa accade quando viene immessa una nuova operazione nel foglio di calcolo (introdurremo un P/N fittizio denominato “Q” alla riga 10)

Microsoft Excel - NH90_RIEPILOGO_AUTOMATICO_8NOVEMBRE										
File Modifica Visualizza Inserisci Formato Strumenti Dati Finestra ? Acrobat										
Barra della formula										
	J1		=SE(E(K1>\$H\$1;K1<\$H\$5);CERCA.VERT(C1;SPICEI\$C\$1:\$E\$500;3,FALSO);SE(E(K1>\$H\$5;K1<\$E\$500;3,FALSO);SE(E(K1>\$H\$10;K1<\$H\$15);CERCA.VERT(C1;"1STAZI\$C\$1:\$E\$500;3,FALSO);C1;"2STAZI\$C\$1:\$E\$499;3,FALSO);SE(E(K1>\$H\$20;K1<\$H\$25);CERCA.VERT(C1;"3STAZI\$C\$1:\$E\$499;3,FALSO);SE(E(K1>\$H\$45;K1<\$H\$50);CERCA.VERT(C1;RE							
1	6									
2	5									
3										
4	4									
5	10									
6	6									
7	14	10	S531A0002053P0	6	1	6	748MONST	90		
8	14	20	S533M9003051P0	6	1	6	748MONST	112		
9	14	30	S533M1142051P0	16	1	16	748MONST	6		
10	13	40	Q	27	1	27	748MONST	117	FINE_FUORI_SCALO	#N/D
11	11	50	S531A1041001P1	60	1	60	748MONST	118	PRIMA_STAZIONE	60
12	13	60	S535M1070001P1	49	1	49	748MONST	68		
13	13	70	S530N0004051P2	2	1	2	747MONRE	186		

Fig.8. Risposta del foglio di calcolo all'introduzione di una nuova operazione

[illegible][illegible]

Fig.9b. Ripristino della formattazione originaria

Nei campi successivi è ripetuta la formula:

*CERCA.VERT(\$C3;INDIRETTO("'"31026'!C"&'31026'!\$H\$1&":G"&'31026'!\$H\$5);3;
FALSO)* (10)

In questo modo si riesce a indirizzare la ricerca al foglio denominato 31026 e nell'intervallo compreso tra i valori H1 e H5; in uscita l'istanza fornisce la terza colonna della matrice C1:G21, cioè la colonna contenente le percentuali di avanzamento.

La necessità di indicizzare la ricerca nasce dal fatto che non esiste, come già detto, una relazione biunivoca tra operazione e stazione di lavorazione; estendere la ricerca a tutto il foglio di calcolo avrebbe così provocato degli errori.

Spostandoci a destra negli stessi fogli troviamo le tabelle riassuntive per NC (Fig.10)

	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AI	CL	CM	CN	CO	CP
1																							
2																							
3							1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1					
4							1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1					
5							1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1					
6							1	1	1	1	1	1	1	1	1	N/A	N/A	N/A	N/A				
7							1	1	1	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A					
8							N/A	N/A	N/A	1	1	1	1	1	1	N/A	N/A	N/A	N/A				
9							1	1	1	1	1	1	1	1	1	N/A	N/A	N/A	N/A				
10							1	1	1	1	1	1	0	0	N/A	N/A	N/A	N/A					
11							1	1	1	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	1	N/A	N/A	N/A					
12							0	0	0	0	0	0	0	N/A	0	0	N/A	N/A					
13							N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A					
14							N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A					
15							N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	1	1	1	N/A					
16							N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A					
17							N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	1	N/A	N/A	N/A					
18							N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	1	1	N/A					
19							N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	1	0	1	N/A					
20							N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	1	0	0	N/A					
21							N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A					
22							1	1	1	1	1	1	2	1	1	3	1	1					
23							OPERAZIONI APERTE																
24							OPERAZIONI CHIUSE	8	8	8	7	7	7	6	6	8	5	6	7				
25							OPERAZIONI TOTALI	9	9	9	8	8	8	8	7	9	8	7	8				
26							AV%DOC	88,8%	88,8%	88,8%	87,5%	87,5%	87,5%	75,0%	85,7%	88,8%	62,5%	85,7%	87,5%				
27							AV%ORE	90,0%	90,0%	90,0%	90,0%	90,0%	90,0%	97,7%	90,0%	90,0%	68,0%	90,0%	90,0%				
28																							
29																							
30																							
31																							
32																							
33																							
34																							
35																							
36																							
37																							
38																							

Fig.10. Tabella riassuntiva della stazione per NC

La tabella permette un riscontro visivo tra le operazioni chiuse, in verde, e quelle in fase di lavorazione, in bianco. Le righe in basso rappresentano un riassunto di quanto presente in tabella; in particolare sono annovarete:

- numero di operazioni ancora in lavorazione
- numero di operazioni concluse

- numero totale di operazioni
- il rapporto, in termini percentuali, tra il numero di operazioni concluse e totali
- il rapporto tra le ore di lavorazione portate a termine ed il numero di ore totali della stazione

